CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL POUR
L'EXPLORATION DE LA MER
CHARLOTTENLUND SLOT — DANEMARK

RAPPORTS
ET
PROCÈS-VERBAUX DES RÉUNIONS

VOLUME CIX

3ÈME PARTIE
APPENDICES
(1938—1939)

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

Prix: 6.50 Kr.

Juillet 1939.

Copenhague — Imprimerie Bianco Luno A/S

APPENDIX

Appendix to Report of:

North-Eastern Area Committee:

Page

"Veränderungen im arktisch-norwegischen Kabeljau- und Schellfischbestand nach Untersuchungen an den deutschen Anlandungen 1929—39" by JOHANNES LUNDBECK 5

"Über jahreszeitliche Schwankungen des hydrographischen Zustandes im südlichen Barentsmeer und im Gebiet Lofoten-Bäreninsel-Spitzbergen" by ERICH GOEDECKE 93

"Artificial Rearing of Fry of Sea Water Fish" by GUNNAR ROLLEFSEN 133

North-Western Area Committee:

"Lemon Soles at Faroe, 1923—1938" by BENNET B. RAE 15

"The Food of Lemon Soles in Faroese Waters" by BENNET B. RAE 29

"Contribution to Practical Studies in Faroe Herring" by HENRY WOOD 36

"The Age-Composition of the Stock of Cod in West Greenland Waters in the Years 1924 to 1938" by PAUL M. HANSEN 60

Combined North Sea and Eastern Channel Committee:

"Observations on the Herring Population in the Flemish Bight and the Eastern Part of the Channel in the Winter 1938—1939" by J. J. TESCH 46

"Commentaire sur les Échanges à travers le Pas-de-Calais des Populations de Harengs de la Manche et du Sud de la Mer du Nord" by JEAN LE GALL 78

"Preliminary Observations on Variations of Relation between Age and Size of Pleuronectids in the Southern North Sea" by G. GILSON 83

"Nine Years of Continuous Survey of an Annual Shoal of Spent Herring on the French-Belgian Coast, 1930—39" by G. GILSON 84

"Spent Herring from the Silver Pit" by G. GILSON 88

Northern North Sea Committee:

"Factors in the Growth of Lemon Soles" by BENNET B. RAE 68

Southern North Sea Committee:

"First Annual Report on Vertical Log Observations in the Southern North Sea and Eastern English Channel" by J. N. CARRUTHERS 37

"Über unperiodische Wasserversetzungen in der Deutschen Bucht" by ERICH GOEDECKE 89

"Current Measurements in the Southern North Sea" by P. M. VAN RIEL 120

"Die Nutzanwendung biologischer Erkenntnisse im Wattenmeer zu Gunsten der praktischen Landgewinnung an der deutschen Nordseeküste" by E. WOHLENBERG 125

Transition Area Committee: Page

11. "Über die Sprottfischerei vor der schwedischen Westküste und ihre Abhängigkeit von meteorologischen und hydrographischen Verhältnissen" by ARVID R. MOLANDER 70

12. "The Danish Forecasts of the Yield of some Fisheries" by AAGE J. C. JENSEN 75

23. "Die Fischerei der Tiefseegarnelen in Norwegen und der Schutz der Kleingarnelen" by PAUL BJERKAN 121

Baltic Area Committee:

20. "Die wirtschaftlichen und biologischen Grundlagen der Flunderfischerei in der Ostsee" by PAUL-FRIEDRICH MEYER 106

Hydrographical Committee:

9. "Die radioaktiven Elemente im Meere" by HANS PETTERSSON 66

19. "Die Farbe des Meeres" by KURT KALLE 98

Plankton Committee:

7. "Variations du Nanoplancton et des Sels Nutritifs en Mer Profonde: Les Eaux Côtières de Monaco en 1938" by FRANCIS BERNARD 51

Salmon and Trout Committee:

21. "Versuche mit Aussetzungen von Bach- und Regenbogenforellen in die westliche Ostsee" by PAUL-FRIEDRICH MEYER 114

25. "The present and future Stages of Salmon Research in Scotland" by W. J. M. MENZIES 131

1.

Veränderungen im arktisch-norwegischen Kabeljau- und Schellfischbestand nach Untersuchungen an den deutschen Anlandungen 1929—39.

Von

Johannes Lundbeck, Wesermünde,

Arbeitsstelle für Fischereiforschung der Staatlichen Biologischen Anstalt auf Helgoland und des Instituts für Seefischerei in Wesermünde.

Die biologischen Marktuntersuchungen, die die deutsche Fischerei in den nordeuropäischen eeren zum Gegenstande haben, sind auf Veranlasng von Prof. Mielck im Jahre 1929 begonnen und tdem lückenlos fortgeführt worden. Die Beobhtungen erstrecken sich daher jetzt über ein volles hrzehnt, wenigstens soweit innerhalb dieser Zeit e Fischerei ununterbrochen stattgefunden hat. Nur das Material der ersten beiden Untersuchungsre ist bis jetzt eingehender bearbeitet worden[1]). diente dazu, einen Überblick der heutigen schereiverhältnisse im Barentsmeer und der für die scherei wichtigen Grundzüge in der Verbreitung d Lebensweise der Nutzfische zu geben. Inzwischen t sich das Beobachtungsgebiet erheblich erweitert. sind nicht nur im Barentsmeer neue Fangplätze chlossen worden, sondern seit 1930 arbeiten deutie Dampfer auch im Gebiet rings um die Bäreel, seit 1934 an der Nordwestküste Norwegens und t 1937 bei Spitzbergen.

Im Laufe der Jahre haben sich aber vor allem die schereibedingungen auch mehr oder weniger stark ändert, und diesen Veränderungen kommt eine sse Bedeutung zu sowohl für die wissenschaftliche forschung des Gebietes an sich wie auch für die urteilung aller Fragen der praktischen Fischerei. Über die jeweils herrschende Lage und den Stand Erforschung geben die alljährlich veröffentlichten Berichte Auskunft, die teils für deutsche Fischereikreise bestimmt sind, teils der Mitarbeit bei der Internationalen Meeresforschung dienten.

Zweck der nachfolgenden Ausführungen ist es, zusammenfassend die Ergebnisse dieser Untersuchungen hinsichtlich der Veränderungen in der Längen- und Alterszusammensetzung des Kabeljau- und Schellfischbestandes in den nordosteuropäischen Meeren vorzulegen und zu erläutern.

Die Art und Weise, in der die Marktuntersuchungen ausgeführt werden, habe ich an anderer Stelle bereits ausführlich geschildert[2]). Bezüglich der hier behandelten Fischereigebiete sei hinzugefügt, dass sie im Rahmen der Marktuntersuchungen am stärksten und regelmässigsten berücksichtigt worden sind. Das Material umfasst jährlich für jede der beiden Arten je 10—20,000 Längen-Messungen und folgende Zahl von Altersbestimmungen:—

Fangperiode	Kabeljau	Schellfisch
1929—30	854	576
1930—31	1,148	591
1931—32	344	304
1932—33	1,696	1,381
1933—34	2,391	687
1934—35	1,343	460
1935—36	707	798
1936—37	1,994	1,441

) Lundbeck: Biol.-statist.-Unters. ü. d. dtsch. Barentser-Fischerei. Wiss. Meeresunters. Helgoland, NF., . 18, H. 3, 1932.

[2]) Lundbeck: Biol.-statist. Unters. ü. d. dtsch. Hochseefischerei, I. Ber. DWK, N.F. Bd. VIII, 1936.

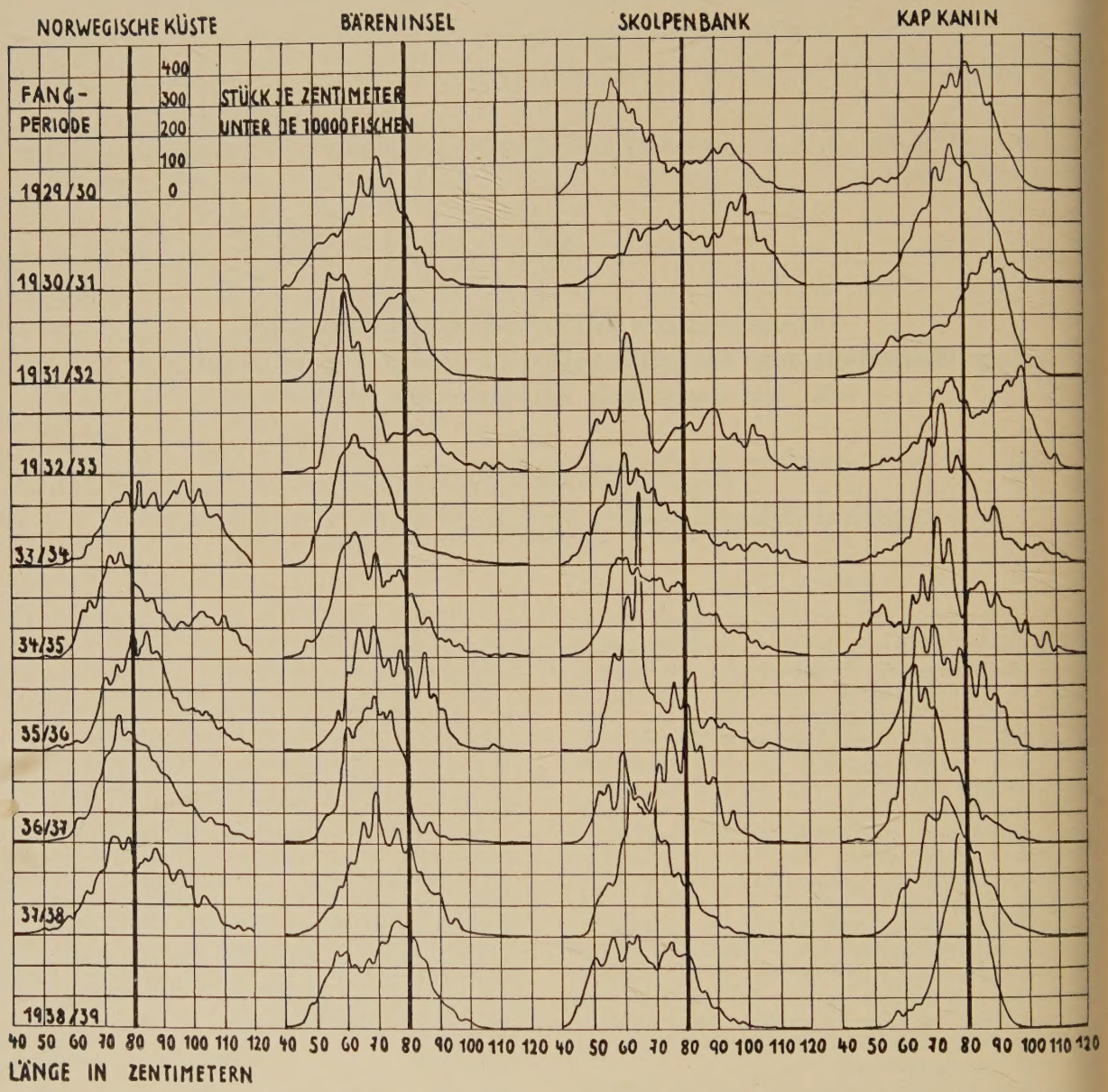


Abb. 1. Kurven der Längenzusammensetz ung der deutschen Kabeljaufänge aus den nordosteuropäischen Gewässern. (In der Reihe für Skolpenbank ist aus Mangel an Unterlagen 1932/33 die Zusammensetzung für den Fangplatz West-Murman und 1938/39 die für den Fangplatz Nordtief ersatzweise dargestellt; das gilt auch für die anderen Abbildungen.)

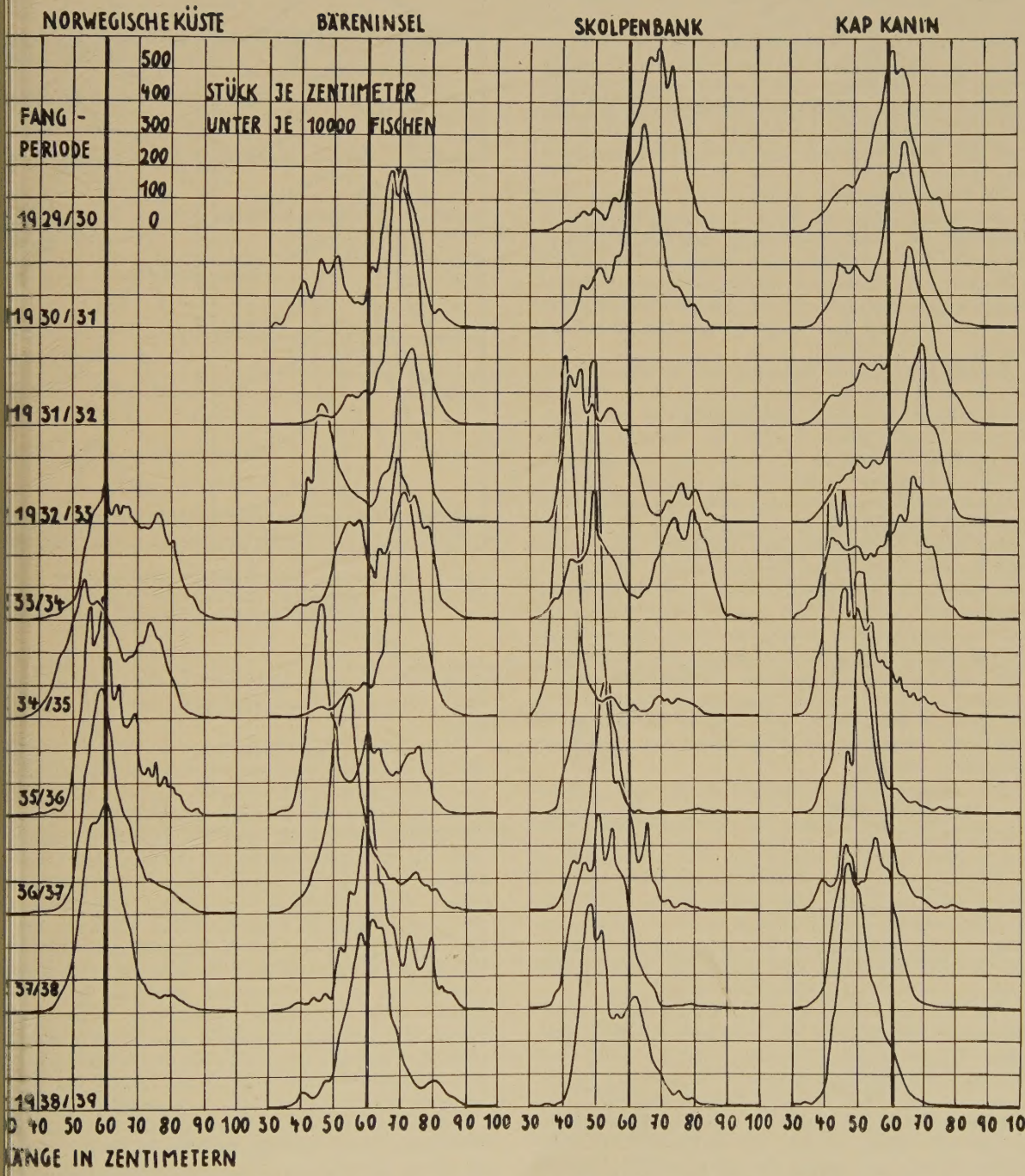


Abb. 2. Kurven der Längenzusammensetzung der deutschen Schellfischfänge aus den nordosteuropäischen Gewässern.

Die grösste Menge der Längen- und Altersbestimmungen fällt in jedem Jahre in die Jahreszeiten der stärksten Fischerei, d. h. meist in den Herbst bis zur Jahreswende oder kurze Zeit danach, für das Gebiet norwegische Küste in das Frühjahr. Die Längen- und Altersproben beziehen sich daher auf die grosse Masse der Fänge und bringen, trotzdem jahreszeitliche Veränderungen nachweislich vorhanden sind, die durchschnittliche Zusammensetzung der Fänge und der Fischbestände, aus denen diese stammen, zum Ausdruck.

Die Bearbeitung der Längenmessungen geschieht in der Weise, dass aus ihnen zunächst, wie a. a. O. dargelegt, die Zusammensetzung des ganzen Einzelfanges berechnet wurde. Aus Gruppen von bis 20 und mehr, oft jedoch aber nur einigen wenigen Einzelfängen ergab sich dann die durchschnittliche Längenzusammensetzung der Fänge jedes einzelnen Fangplatzes.

Die so gewonnenen Zahlenreihen werden für den an den betreffenden Plätzen vorhandenen Bestand marktfähiger Kabeljau und Schellfische als repräsentativ angenommen. Liegen der Berechnung nur wenige Fänge zugrunde, bleibt das Ergebnis unsicher; denn die räumliche Verteilung der einzelnen Grössengruppen ist zwar regelmässig sehr klar ausgeprägt, aber eben das bringt es mit sich, dass schon eine geringfügige Verlagerung der Fischerei, etwa mehr küsten- oder tiefenwärts, Unterschiede in der Zusammensetzung der Fänge veranlasst. In gewissen Fällen machen sich solche Fehler bei den Vergleichen von Jahr zu Jahr störend bemerkbar. Auch jahreszeitlich wechselt der Fischbestand erheblich, wie gelegentlich über eine ganze Fangperiode fortgesetzte Untersuchungen gezeigt haben. Aus diesem Grunde sind die meisten Messungen auch immer in den gleich begrenzten Jahreszeiten (September bis Dezember) ausgeführt worden.

Die Reihen sind geglättet nach der Formel $\frac{(n-1)+2n(n+1)}{4}$ und auf 10,000 Fische berechnet in Abb. 1 und 2 dargestellt. Die Berechnungen je Fangtag sind zwar gleichfalls ausgeführt, eignen sich jedoch nicht zur graphischen Darstellung, weil die Fangerträge in sehr weiten Grenzen schwanken. Diese Schwankungen sind übrigens nicht nur durch die Zusammensetzung des Bestandes bedingt und insofern hier nicht grundsätzlich wichtig.

Von den insgesamt acht im Barentsmeer unterschiedenen Fangplätzen sind nur zwei in den graphischen Darstellungen vertreten, nämlich einer mit grösserer Wassertiefe (Skolpenbank) und ein flacher (Kap Kanin). Die übrigen Fangplätze sind teils nicht in allen Jahren befischt worden, teils sind die Fänge von ihnen denen der dargestellten Fangplätze ähnlich oder halten die Mitte zwischen beiden.

Wenn man die Längenreihen für die Gesamtanlandungen der einzelnen Fangplätze berechnet und zusammenzählt, ergibt sich die Längenzusammensetzung der ganzen deutschen Anlandungen an Kabeljau und Schellfisch aus dem Gebiet. Diese

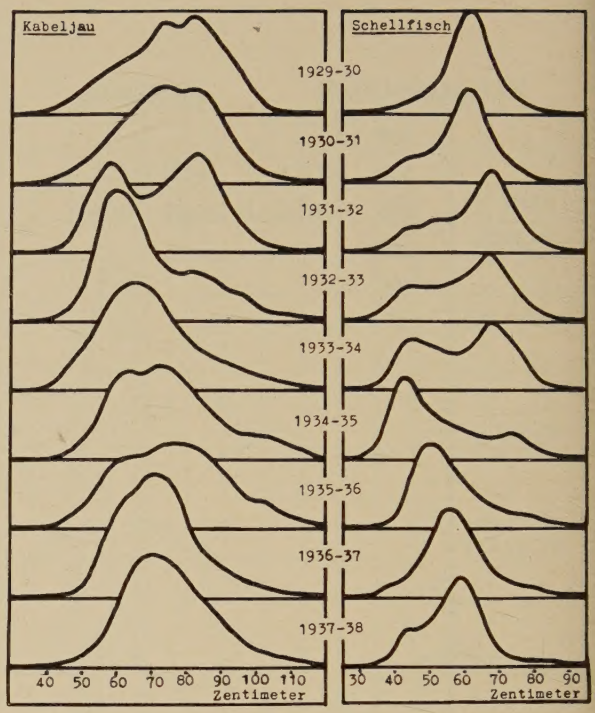


Abb. 3. Kurven der Längenzusammensetzung der gesamten deutschen Kabeljau- und Schellfischanlandungen aus dem nordosteuropäischen Meeresgebiet.

stellt Abb. 3 dar, der jedoch die ungeglätteten Zahlenreihen zu 5-cm. Gruppen vereinigt zugrunde liegen.

Diese letzte Abbildung zeigt in der Einfachheit des Verlaufes der Kurven am anschaulichsten die in den Beständen an Marktfischen vor sich gegangenen Veränderungen. Ja sie stellt die Vorgänge einfacher dar als sie sind, denn nach den Altersbestimmungen lösen die einzelnen Jahrgänge einander viel schneller und regelmässiger ab als die Längenkurven erkennen lassen. Wenn im Laufe des letzten Jahrzehnts sich der Bestand sowohl beim Kabeljau wie beim Schellfisch verjüngte, so handelt es sich nicht, wie ursprünglich angenommen wurde, um eine im wesentlichen einheitliche, d. h. von einer gleichen bestimmten Gruppe von Jahrgängen gebildeten Welle junger Fische, die eine ähnliche Welle alter Tiere allmählich ablöste. Vielmehr ist die Höhe der Kurvengipfel in jedem Jahre bestimmt durch die Stärke der jeweils zur vollen Wirkung gelangten Altersgruppen.

Der Kurvenverlauf wird ausserdem hier stark mitbestimmt durch die Stärke der Fischerei auf den einzelnen Fangplätzen. Das ganz unvermittelte Auftreten einer Welle junger Kabeljau in der Fangperiode 1931—32 ist z. B. grösstenteils eine Folge der in diesem Jahr zum ersten Male stark entwickelten Bäreninselfischerei. Dies deutet also nicht etwa das Vorkommen eines sehr starken Kabeljaujahrganges

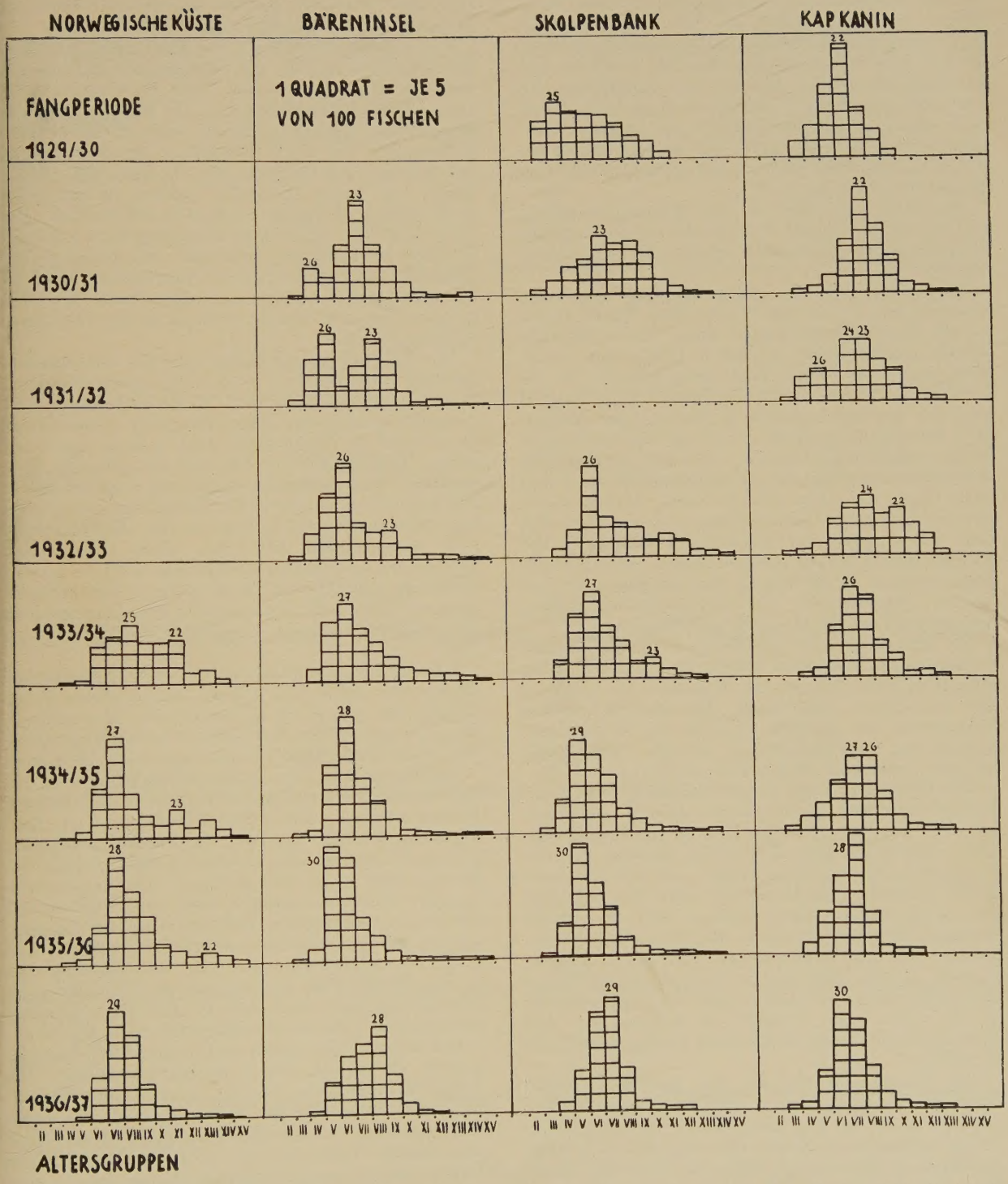


Abb. 4. Die Alterszusammensetzung der deutschen Kabeljaufänge aus den nordosteuropäischen Meeren. (Für die jeweils wichtigsten Altersgruppen ist das Geburtsjahr angegeben.)

an. Die Fischerei hat sich vielmehr solchen Fangplätzen mehr zugewandt, auf denen die Jungfische sich vorzugsweise aufhalten. Dabei bleibt es durchaus möglich oder wahrscheinlich, dass die immerhin verhältnismässig grossen Mengen von Jungfischen mit oder allein den Anlass dazu gaben. Auch beim Schellfisch sind in den letzten Jahren die jüngeren Jahrgänge mehr hervorgetreten, weil das Schwergewicht der Fischerei sich von den geringeren auf grössere Wassertiefen verlagerte.

Genaueren Einblick in die Grössenzusammensetzung der Bestände bieten nur die auf die einzelnen Fangplätze zu beziehenden Kurven in 1-cm. Intervallen.

Hier zeigen sich zunächst folgende allgemeine Unterschiede: Im flachen Wasser (Kap Kanin) treten in der Regel Fische beider Arten von verhältnismässig engbegrenzter mittlerer Länge auf, deren Hauptmasse vermutlich noch nicht gelaicht hat. In grösserer Tiefe am Rande der Bänke (Skolpenbank) sind die Verschiedenheiten in den Längen grösser. Hier kommen junge Tiere vor, die gerade erst marktfähige Grösse erreicht haben — der 50 %-Scheidewert der Marktauslese liegt beim Kabeljau bei 60 cm. — und auch ältere, die schon gelaicht haben. Häufig zeigen die Längenkurven Einsattelungen, deren Tiefpunkt dem Kurvengipfel im Flachwasser entspricht. Die Zweigipfligkeit hat in solchen Fällen nichts mit den Fluktuationen in der Stärke der Jahrgänge zu tun, sondern beruht eben auf der besonders starken Wanderung der Fische mittlerer Grösse.

Die Gruppe der alten Schellfische ist im allgemeinen verhältnismässig schwach sowohl im Vergleich zu der entsprechenden Gruppe der Kabeljau wie auch zu der der kleinen Schellfische. Die geschlechtsreifen Schellfische sind auffällig spärlich und kehren vermutlich nur zum kleinen Teil von den Laichplätzen auf ihre bisherigen Wohnplätze zurück.

Die Bäreninsel zeigt in den Längenkurven Ähnlichkeit mit der Skolpenbank, jedoch mit einer gewissen Annäherung an die Kurven von Kap Kanin. Hier wiederholen sich offenbar die gleichen Verbreitungsregeln wie im Barentsmeer, nur auf kleinerem Raum; deshalb sind die Gipfel mehr verwischt. An der norwegischen Küste endlich sind die Fische durchschnittlich am grössten, und kleine fehlen weitgehend. Das liegt nicht etwa an verschärfter Auslese, sondern daran, dass sie in den Laichschwärmen tatsächlich nicht vorhanden sind. Die Unterschiede in der Grösse im Vergleich zu Barentsmeer und Bäreninsel sind bedeutender beim Kabeljau als beim Schellfisch.

Auf Skolpenbank und bei der Bäreninsel treten die jungen Jahrgänge zuerst in Erscheinung, meistens ein Jahr später bei Kap Kanin und 1—2 Jahre später an der norwegischen Küste. Das zeigt sich z. B. beim Kabeljau in den Jahren 1931—33 besonders deutlich; die Verjüngung ist schon in der Fangzeit 1932—33 auf Skolpenbank und bei der Bäreninsel vollständig, dagegen erst 1933—34 bei Kap Kanin, und erst 1934—35 machen die jungen Tiere die Hauptmasse der Laichschwärme aus.

Die Altersbestimmungen beruhen in den ersten Jahren ausschliesslich auf Schuppenuntersuchungen, und das Alter der grössten Tiere ist anfangs sicher zu niedrig bestimmt worden. Im Hinblick auf die Mängel der Schuppenablesung sind in den letzten Jahren fast nur noch Statolithen zur Verwendung gekommen, und lediglich für die kleineren Schellfische, von denen Statolithen schwer zu beschaffen sind, bleiben Schuppen weiterhin erforderlich. Ein erheblicher Teil der Altersbestimmungen am Kabeljau ist von Dr. E. Riech ausgeführt worden, der das ganze Material auch zu einer Untersuchung über die Methodik der Altersbestimmungen beim Kabeljau benutzt hat, über welche demnächst eine Veröffentlichung erscheint.

Die verhältnismässig kleine Zahl von Altersbestimmungen lässt Zufällen noch einen grösseren Spielraum als bei den Messungen. Es ist nach Möglichkeit versucht worden, für jeden Fangplatz ausreichende Unterlagen zu beschaffen, doch gelang das nicht immer, und nicht selten ist auch der genauere Herkunftsort des Materials nicht mehr zu ermitteln (die Statolithen werden in den Fischindustriebetrieben beim Filieren der Fische entnommen). Nachdem sich aber herausgestellt hat, dass keine bedeutenden Wachstumsunterschiede vorkommen, ist kein grosser Fehler zu befürchten, wenn die gleichen Altersbestimmungen für die Berechnung der Zusammensetzung von Fängen mehrerer Fangplätze benutzt worden sind.

Um die Zusammenfassung zu ermöglichen, nehme ich für eine ganze, von Juli bis Juni laufende Fangperiode die gleiche Bezeichnung der Altersgruppe. Das im Frühling und Frühsommer bereits abgeschlossene letzte Lebensjahr wird also noch nicht gerechnet.

Das Material für die Altersbestimmungen wird aus den bereits sortierten Fängen genommen, und manche Proben gehören einer einzigen Marktsorte an. Eine Übereinstimmung mit der Zusammensetzung des ganzen Fanges ist also in keinem Falle vorhanden. Deshalb und wegen der geringen Zahl der Bestimmungen überhaupt erfolgte stets eine Umrechnung auf die zuverlässigeren durchschnittlichen Längenkurven für die Fangplätze, wie sie in den Abb. 1 und 2 zur Darstellung kommen. Und zwar geschah dies in der Weise, dass die Längen zu 5-cm. Gruppen zusammengezogen und auf die für diese Gruppen vorliegenden Altersbestimmungen verteilt wurden.

Das Ergebnis ist, genau entsprechend den Längenkurven, in Abb. 4 und 5 dargestellt worden. Die Altersbestimmungen reichen jedoch nur bis zur Fangzeit 1936—37. Ab 1937 liegen die besseren Altersanalysen von den Forschungsfahrten vor, sodass von diesem Jahre an nur noch die verbliebenen Lücken durch marktstatistische Untersuchung ausgefüllt zu werden brauchen.

Auch bei den Altersgruppen ist unter Berücksichtigung der Anteile der Fangplätze die Zusammen-

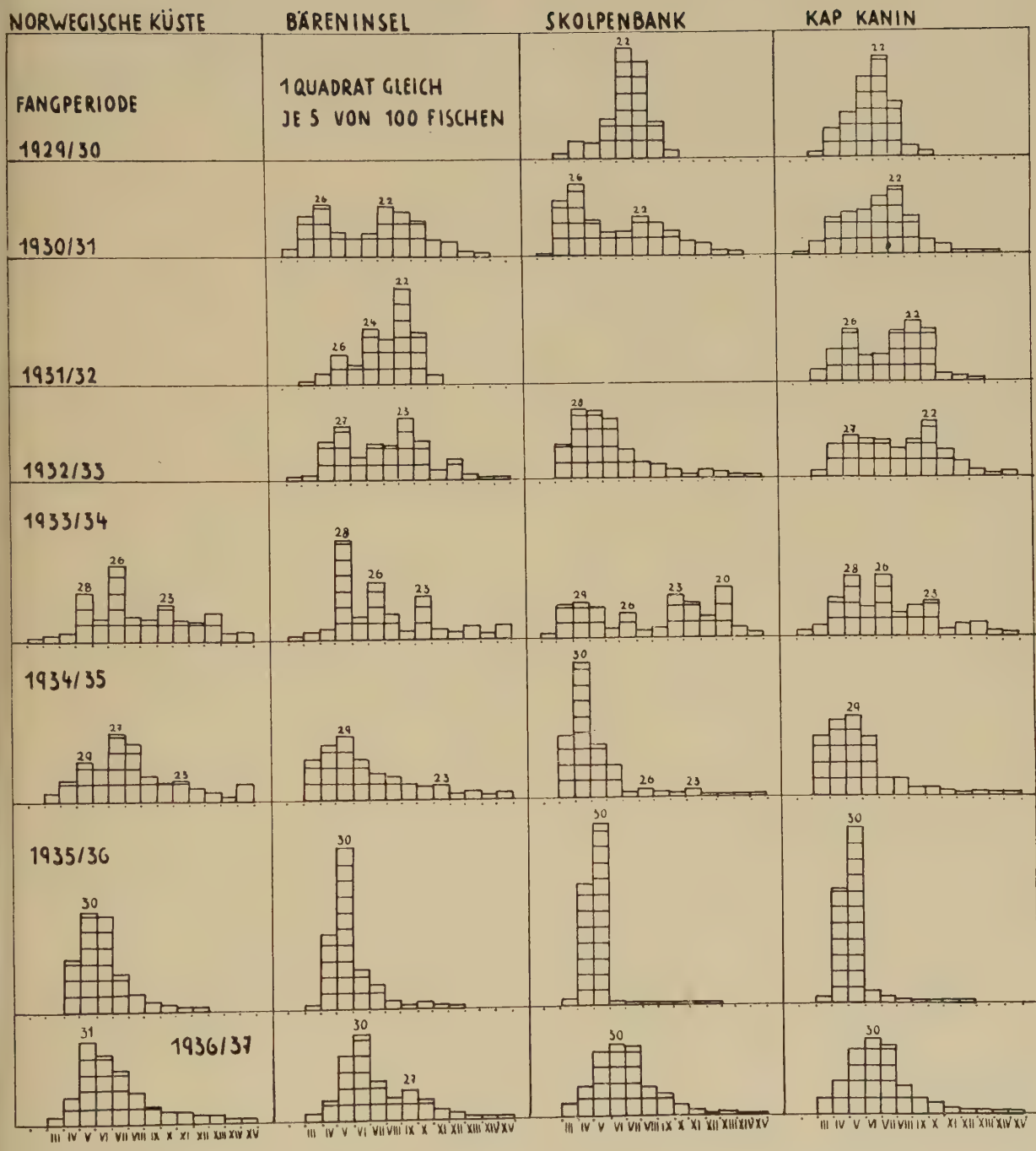


Abb. 5. Die Alterszusammensetzung der deutschen Schellfischfänge aus den nordosteuropäischen Meeren. (Für die jeweils wichtigsten Altersgruppen ist das Geburtsjahr angegeben.)

setzung der deutschen Anlandungen von Kabeljau und Schellfisch aus den nordosteuropäischen Meeren berechnet und dargestellt worden (Abb. 6).

Wie bereits angedeutet, vermittelt uns erst die Altersanalyse ein klares Bild von dem Wechsel in der Zusammensetzung der Nutzfischbestände. Die Längenmessungen vermögen das nicht und können daher nur die breitere Grundlage bieten, zu der die Kontrolle der Alterszusammensetzung die unerlässliche Ergänzung bleiben muss. Erst wenn die Anteile der Altersgruppen bekannt sind, kann die Längenkurve richtig gedeutet werden.

Vorhanden sind in den Anlandungen die Kabeljau von der III-Gruppe, die Schellfische gelegentlich schon von der II-Gruppe an. Die stärksten Altersgruppen sind beim Kabeljau die von V bis VIII mit 12·7 + 20·3 + 22·2 + 18·2 %, beim Schellfisch die von IV bis VIII mit 13·6 + 20·0 + 14·0 + 14·8 + 11·0 %. Wenn man die Häufigkeit der einzelnen Jahrgänge in diesen Altersgruppen zugrunde legt, ergeben sich folgende Vergleichszahlen der Stärke der Jahrgänge — der Durchschnitt gleich 100 berechnet:

Jahrgang	Kabeljau	Schellfisch
1921	59	**148**
1922	**142**	**188**
1923	**104**	**135**
1924	68	61
1925	56	53
1926	**113**	77
1927	**129**	52
1928	**132**	73
1929	**130**	94
1930	**109**	**159**
1931	58	**111**
1932	—	64

Diese Zahlen stimmen befriedigend mit dem überein, was über die Fluktuationen im arktisch-norwegischen Kabeljau- und Schellfischbestande bekannt war[1]).

Gemeinsam ist beiden Reihen der gute Jahrgang 1922 und das Absinken der Jahrgangsstärke bis zum Jahre 1925. 1926 ist für beide Arten wieder besser. Aber während der Kabeljau jetzt fünf überdurchschnittlich gute Jahrgänge erzeugt, bleibt der Nachwuchs beim Schellfisch gering, und nur zwei Jahrgänge gehen über den Durchschnitt. Mit Hilfe dieser Feststellungen lassen sich die Kurven der Abbildung 3 gut verstehen: schon 1931 lohnte es sich, die neue Welle junger Kabeljau zu nutzen, die regelmässig Jahr für Jahr reichlich aufgefüllt wurde und stark steigende Erträge abwarf. Beim Schellfisch entstand dagegen eine mehrjährige Lücke schwacher Fänge. Zunächst behielten die alten Tiere von 1922 noch einige Bedeutung, aber nur in geringer Menge kam der Nachwuchs. Erst 1934 konnte der gute Jahrgang 1930 etwas Besserung bringen, doch scheint auch diese Welle ziemlich schnell verebbt zu sein.

Die deutschen Dampfer erzielten in den Untersuchungsjahren folgende aus der Gesamtanlandung berechneten durchschnittlichen Tageserträge in ton:

Fangperiode	Kabeljau	Schellfisch
1929—30	3·2	5·2
1930—31	2·6	5·3
1931—32	3·5	3·9
1932—33	4·9	4·1
1933—34	6·0	2·4
1934—35	8·7	3·7
1935—36	9·3	2·4
1936—37	9·2	2·1
1937—38	6·3	3·0

Diese Erträge werden sicher durch andere Einflüsse wesentlich mit bedingt. Auch der Wechsel der Fangplätze ist von Einfluss, und zwar hat die Verlagerung der Fischerei auf grössere Tiefen in den letzten Jahren die Ausbeuten an Kabeljau erhöht, dagegen die an Schellfisch verringert. Aber es wird doch deutlich, dass ein guter Kabeljaujahrgang nach 6—7 Jahren und ein solcher des Schellfisches nach 4—5 Jahren die Erträge günstig beeinflusst. Sehr klar tritt auch hervor, dass die Tageserträge an Kabeljau mit dem Einsetzen der guten Jahrgänge 1926—30 von 1931 an stark gestiegen sind, wogegen der unzureichend ergänzte Schellfischbestand sinkende und nahezu gleichbleibende Tageserträge erbracht hat.

Die Betrachtung der Alterszusammensetzung auf den einzelnen Fangplätzen lässt im allgemeinen keine Besonderheiten in der räumlichen Verbreitung erkennen. D. h. gute und schlechte Jahrgänge scheinen im ganzen Gebiet gleichmässig vorzukommen. Lediglich das verzögerte Auftreten der Jahrgänge im Flachwasser des östlichen Barentsmeeres (Kap Kanin) und auf den Laichplätzen (norwegische Küste), das schon die Längenkurven anzeigen, wird bestätigt.

Eine Ausnahme scheint erwähnenswert: Der gute Jahrgang 1922 trat ab 1930 bei der Bäreninsel nicht besonders hervor, vielmehr war hier der Jahrgang 1923 der stärkste, der übrigens auch im südlichen Barentsmeer nicht arm war. Danach würde die Möglichkeit bestehen, dass die Brut des Jahrganges 1922 vorwiegend nach Osten mit dem Nordkapstrom die des Jahrgangs 1923 dagegen mehr nach Norden mit dem Spitzbergenstrom befördert worden sei. Indessen sind andere Anhaltspunkte für diese Vermutung nicht vorhanden.

Die früher ausgesprochene Vermutung, dass Angehörige des Kabeljaujahrgangs 1922 ein Jahr vor dem Laichen von Kap Kanin nach Westen gewandert und vorübergehend bei der Bäreninsel aufgetreten seien, scheint durch die Altersbestimmungen eine gewisse Stützung zu erfahren: Dieser Jahrgang

[1]) Sund: The Fluctuations in the European Stocks of Cod, und Clark: Age Composition of Haddock in European Waters, beide in Rapp. et Proc.-Verb. Bd. 101, Teil 3, 1936.

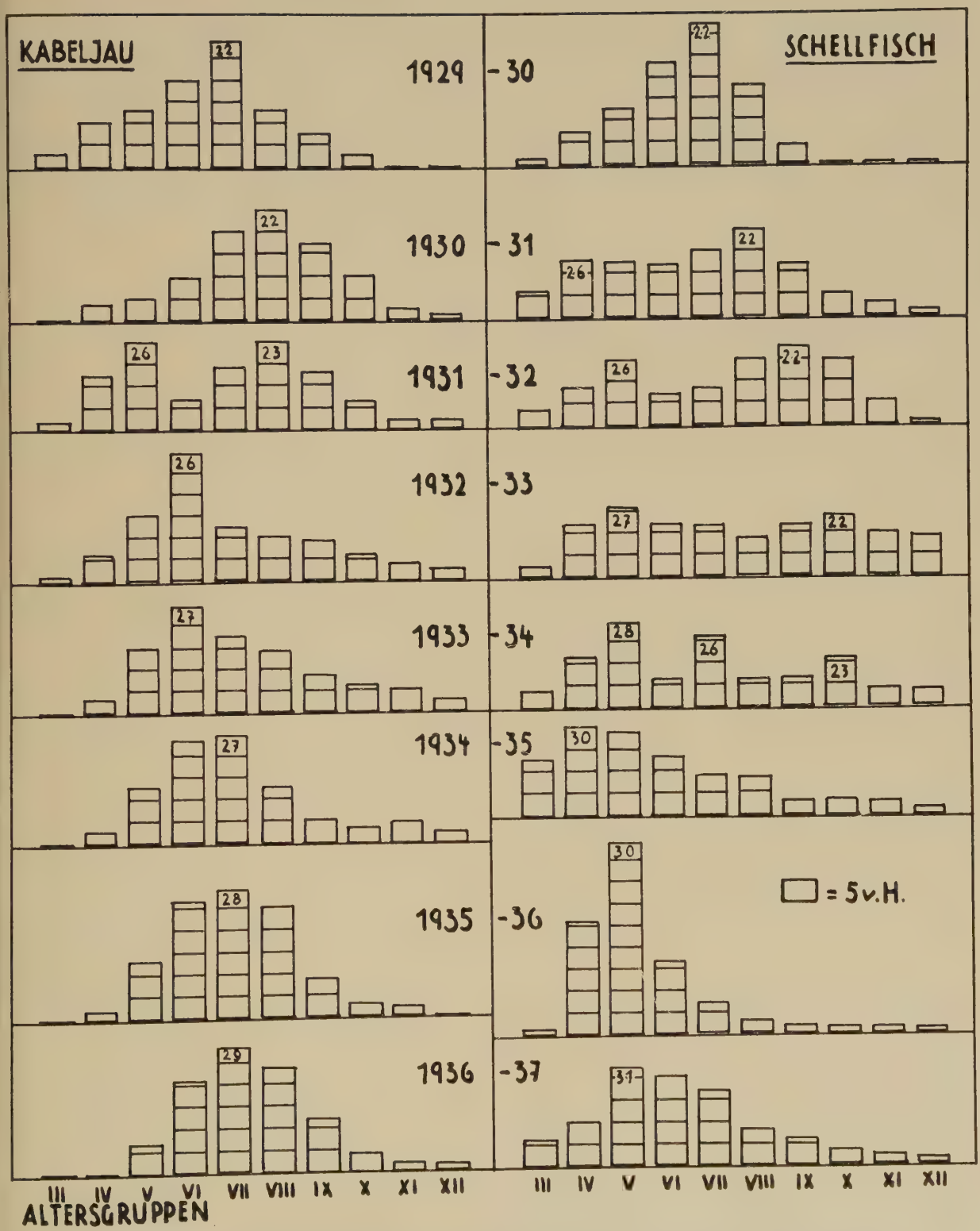


Abb. 6. Die Alterszusammensetzung der gesamten deutschen Kabeljau- und Schellfischanlandungen aus dem nordosteuropäischen Meeresgebiet. (Für die jeweils stärksten Altersgruppen ist das Geburtsjahr angegeben.)

erreichte bei der Bäreninsel 1930 54 % der Stärke des Jahrgangs 1923, ein Jahr später aber 65 %, danach wieder weniger.

Im allgemeinen ist aber, wie bereits erwähnt, von Jahr zu Jahr ein regelmässiger Wechsel der Alterszusammensetzung festzustellen. Selbst ein anfangs sehr stark scheinender Jahrgang, wie der von 1926 beim Kabeljau, ist ein Jahr später wieder verschwunden und erlangt in den Laichschwärmen unerwartet geringe Bedeutung.

Noch auffälliger ist das beim Schellfischjahrgang 1930, der zwar im Barentsmeer wie bei der Bäreninsel etwa 3 Jahre lang der stärkste ist, aber an der norwegischen Küste keine führende Rolle gespielt hat. Dass er hier sehr bald durch den folgenden Jahrgang 1931 abgelöst wurde, lässt sich aus dem Schellfischbestand des Barentsmeeres nicht erklären, wo dieser Jahrgang nicht hervorgetreten ist. Es muss vielmehr damit gerechnet werden, dass hier ein besonderer Schellfischbestand der norwegischen Westküste seinen Einfluss ausübt, für dessen Vorhandensein auch andere Beobachtungen sprechen.

2.

Lemon Soles at Faroe, 1923—1938.

By

Bennet B. Rae, Aberdeen.

Contents.

Page

Introduction 15
Material 15
Distribution and Density of Lemon Sole Population at Faroe 15
Proportions of the Sexes 18
Spawning Places 18
Age Determinations from Scales 18
Age Composition of Fjord Lemon Soles 18
Age Composition of Lemon Soles from Extra-territorial Waters 19
Estimation of Relative Brood Strengths 19
Distribution of Different Age Groups 21
Age and Maturity 21
Growth 24
Growth on Faroe Bank 26
Period of Growth 27
Summary 27
References 27

Introduction.

Fishery statistics show that the area of the Faroe Islands ranks third in order of importance as a source of lemon soles (5). Small though it is, in comparison with the two chief sources of this species, the North Sea and Iceland, it nevertheless has supplied, since 1932, from 12 % to 20 % of the total annual catch in the north-east Atlantic and, since 1922 11 % to 24 % of the total annual British catch of lemon soles (Table 2). The fact, however, that the yearly Faroese landings and their percentages of the total landings from all areas show a decided decrease since 1932, the peak year when 2,016,000 kilos were landed from that area, gives cause for some anxiety regarding the survival of the stocks. An enquiry into the age composition of the stocks, the growth, and other problems relating to the species is therefore of pressing importance.

Although observations on Faroese lemon soles have been recorded by workers such as Hørring (1) and Strubberg (4) the species has not so far received the attention in research that it is due from a consideration of the economic importance which it has attained in recent years.

Material.

The present paper is based on data, consisting of scale samples, measurements and observations on sex, maturity etc., which were collected from two sources.

1. Cruises of the Scottish Research Ship "Explorer" from 1923—1938.

2. Cruises of various Danish research vessels from 1924—1938.

The gear used on the "Explorer" was the standard commercial otter trawl with a small mesh covering on the cod-end. The material supplied by Denmark, however, was procured by different means such as the eel hand seine (within the fjords), the small 50-foot otter trawl and occasionally the Danish seine, lobster trawl and shrimp trawl.

Investigations in both cases were carried out from April to September but chiefly during the months of May, June and July. The investigations are complementary, however, in that the Scottish records are entirely from extra-territorial waters, whereas the Danish records are mainly from within territorial waters. The records are unfortunately not continuous from year to year and neither country conducted research operations in Faroese waters during 1928 and 1930, while in some years records are less numerous than in others. The author takes this opportunity of thanking Dr. Tåning for placing this material at his disposal.

Distribution and Density of Lemon Sole Population at Faroe.

The combined Danish and Scottish results reveal the presence of lemon soles throughout the area from a depth of a few metres, within the fjords, to a depth of 200 metres on the edge of the Faroe plateau. Out of 93 otter trawl hauls of $^1/_2$ to 3 hours' duration by the "Explorer" during the period 1923—1938 only 6 did not contain lemon soles and 4 of these negative hauls occurred in the years 1937 and 1938. Trawling positions were located all round the islands. The numbers of fish taken per unit of fishing

Table 1.

Number of Lemon Soles per 10 Hours' Trawling at Faroe ("Explorer" Records).

Area	Depth (metres)	1923 April	1924 May	1927 Aug.	1929 May-*Jun.	1931 May	1933 Jun.	1935 Jun.	1936 Jun.	1937 May	1938 July
WW23a	100—110	—	260	—	160	250	610	170	520	70	10
WW23b	94—119	55	—	25	—	60	100	—	110	—	—
WW23c	102—107	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XX23a	90	—	—	—	390	—	—	—	—	—	—
XX23b	88	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—
XX23d	80—123	135	550	—	430 405*	350	790	540	240	10	—S.
XX23d	91—110	—	—	—	—	—	—	—	—	790	170 N.
XX24c	96—150	28	715	415	475*	50	40	60	—	50	—
YY23a	94—136	—	270	10	130	225	10	380	90	0	50
YY23c	209	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—
YY22c	320—310	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XX22b	73—94	—	—	—	120	120	85	120	230	20	—
XX22d	106—132	—	—	—	—	—	—	—	—	540	40
XX21a	144—152	—	—	—	—	—	—	—	170	150	—
WW22a	116—119	—	—	—	—	40	—	220	—	—	—
WW22b	75—122	—	—	—	120	20	810	60	40	0	0
WW22d	85—147	—	150	75	—	50	—	—	—	—	—
VV23d	120	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—
VV20b	105—213	13	—	80	110	80	30	60	115	0	90

S = Svinö grounds. N = Nolsö grounds.

time show that some grounds are comparable with the most densely populated North Sea grounds (Table 1).

No details are published regarding the exact location of the commercial catches from Faroe or of the catch per unit of fishing time as is worked out for the North Sea (6). In order to gain some knowledge of the relative density of the lemon sole population of the Faroe area the total yearly catches are given in Table 2 and, alongside, the total catch from 1930 onwards from the five most productive statistical rectangles (C11, 12, 13, 14, D13) within the North Sea (5 rectangles being the approximate equivalent in area of the Faroe fishing grounds excluding Faroe Bank). In each year except the last the total landings from Faroe exceed those from the North Sea area.

Further information is derived from a study of statistics, gathered from the Aberdeen Fish Market, relating to Faroese landings for the year 1936. From a knowledge of the weight of fish landed and the number of hours spent in fishing, the average monthly weight of lemon soles landed per 100 hours' fishing has been ascertained by simple calculation.

The average catch per 100 hours' trawling varies from 3 to 4 cwt. during the winter months to 14 to 15 cwt. during May, June and July, and for the whole year the average is just over 11 cwt. In the North Sea area selected for comparison, the figures range from 8 cwt. during the winter to 13 cwt. in the autumn, while the average for the year is just under 11 cwt.

Table 2.

Total British Landings from Faroe in cwt. with Percentages of the totals from all areas.

Year	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Total Cwt.	12674	18943	20405	19771	16697	19874	17286	15409
%	*16*	*23*	*24*	*21*	*17*	*14*	*12*	*11*

Year	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937
Total Cwt.	23804	36443	39643	33933	24412	26038	23257	17910
%	*18*	*24*	*22*	*21*	*15*	*15*	*14*	*11*

Total British Landings from North Sea Area (C11, C12, C13, C14, D13).

Cwt.	18725	16363	14548	18853	18182	19216	18061	18125
Av. Weight p. 100 hrs' Fishing cwt.	*11*	*10*	*11*	*11*	*11*	*11*	*11*	*10*

Table 3.

Landings of Faroe Lemon Soles at Aberdeen in 1936.

Month	No. of Landings	Weight Cwt.	Approximate No. of Hrs. Trawling	Average Catch per 100 Hrs. Cwt.
January	43	129	3182	4
February	38	182	2812	7
March	71	387	5254	7
April	90	587	5912	10
May.....	78	747	5386	14
June	201	2564	17283	15
July.....	168	2612	16892	15
August	107	1250	10657	12
September ...	65	518	6599	8
October.....	43	203	3388	6
November....	60	145	4867	3
December....	44	89	2826	3
Totals...	1008	9413	85058	11

Table 3 also illustrates the markedly seasonal nature of the lemon sole fishery at Faroe, which has already been pointed out in dealing with marking experiments (3).

As the figures in Table 3 relate to the whole of the Faroe area where lemon soles are not evenly distributed, it follows that certain grounds must yield considerably more than an average of 11 cwt. per 100 hours' fishing and also more than 15 cwt. during the height of the fishing season. The Scottish research records (Table 1) show that the northern grounds are more productive of lemon soles than those in the south and that extraordinarily dense areas lie in the neighbourhood of Myggenæs, Fuglö and Svinö. This is corroborated by an examination of the fishing positions of Aberdeen trawlers during 1936 obtained from the Aberdeen Fish Market.

Lemon soles are widely distributed over Faroe Bank at depths ranging from 103 to 213 metres. Blank hauls are rare but the numbers taken are always comparatively small and most of the fish are below marketable size. In the research records, which include the contents of the small mesh on the cod-end, 72 % of the lemon soles caught in this region are less than 22 cm. From a commercial point of view, therefore, Faroe Bank is of little importance for this species.

The capture of so many lemon soles in the shallow parts (4—16 m.) of the Faroese fjords by means of the eel hand seine is interesting, since in Scottish waters the species is seldom found in such shallow water. The nature of the fjord bottom and the proximity of the deep water probably to some extent account for this distribution. Table 4 gives the calculated numbers of lemon soles caught per 10 hauls of the eel hand seine in the different fjords.

Most of the fjords are on the eastern side of the islands but Danish seine investigations in Westmanhavn fjord and elsewhere suggest that all fjords support a population of lemon soles and that in some cases the population may be of considerable proportions as in Vaag fjord. Since the lemon sole cannot be regarded as a shallow water species, it seems probable that the deeper parts of the fjords and other territorial waters support a much larger population. No figures are available which are comparable with the results of trawling in the open sea or with the results of the eel hand seine catches but operations with lobster and shrimp trawls, in July and August of 1937, indicate the widespread distribution of the lemon sole in the deeper parts of the fjords and in other territorial waters and also its remarkable density at particular places. In Kalbakfjord, for instance, 61 fish ranging from 19 to 38 cm. in length were taken at depths of 35 to 51 m. in a 30 minutes' haul of the lobster trawl and again in Lambavig at a depth of 23 to 54 m. 108 fish (20—39 cm.) were caught in a haul of 45 minutes' duration. During the same cruise a remarkable haul was made by means of the same gear at 61°57′ N.—6°17′ W., when 234 fish (17 to 40 cm.) were caught in half an hour at a depth of 112 m. Another outstanding catch consisting of 99 lemon soles (12 to 40 cm.) was

Table 4.

Numbers of Lemon Soles per 10 Hauls of Eel Hand Seine.

Locality	1924	1925	1926	1927	1931	1932	1933	1934	1938
Fuglefjord.....	..	M. 132	..	A. 18	..	A. 2	..	Ap. 1	A. 3
Klaksvig.....	..	..	..	..	..	A. 3	A. 6	Ap. 1	..
Kvalvig.....	..	..	M. 3	..	..	..	..	..	..
Kollefjord.....	A. 10	..	..	J. 4	..	..	..	..	..
	..	..	..	A. 2	A. 2	..	..	Ap. 1	..
Skaalefjord.....	..	..	M. 8	J. 4	..	J. 5	..	..	..
	..	..	A. 1	A. 5	A. 2	A. 2	..	Ap. 2	..
Kongshavn.....	A. 8	A. 3	..	..	..	..	..	..	..
Thorshavn	..	A. 30	..	A. 8	..	A. 2	..	..	Jy. 5
Vaagfjord	A. 2	M. 9	J. 24	J. 26	..	J. 14	Jy. 20	M. 7	..
	..	A. 35	A. 39	S. 17	A. 6	A. 16	A. 16	Jy. 28	A. 3
Lopra Vig.....	..	..	..	..	..	J. 61	..	..	..

Key:— Ap. = April; M. = May; J. = June; Jy. = July; A. = August; S = September.

obtained on the same occasion by means of a shrimp trawl at 62°41·5′ N. 6°08′ W. in water of 200 m. depth. The action of these trawls in cutting into the sea bottom may, to some extent, account for their efficiency.

It is clear, therefore, that the Faroe area is very rich in lemon soles—in certain places and at certain times perhaps richer than any area within the North Sea. Densely populated grounds vary in depth from a few metres to 200 m. and individuals have been trawled from even greater depths. In this respect the Faroese lemon soles differ somewhat from those of the North Sea where the most populous grounds have a more restricted range of depth in the neighbourhood of 50—125 m.

Proportions of the Sexes.

In the great majority of samples the female fish outnumber the males. During the period under review the percentage of males varies from 39 to 55 at the various positions sampled with an over-all figure of 45. The higher percentages of males tend to appear on grounds round Suderö but this may be accidental.

Spawning Places.

The spawning period of the lemon sole at Faroe lasts from April to September (3). In order to discover whether spawning occurs in any particular place or places, the position of capture of each ripe or newly spent fish captured by the "Explorer" and of each recaptured marked fish in the same condition was noted. They were found, both male and female, at all positions round the islands where lemon soles were caught including Faroe Bank, which shows that spawning is general throughout the area. At the same time heavy concentrations of spawners were found on Myggenæs, Enniberg, Fuglö and Svinö grounds indicating that these grounds are the most favoured spawning places. Danish records of ripe and spent fish show that a certain amount of spawning also takes place within the fjords, a fact which is confirmed by the capture of lemon sole larvae in the plankton nets in these waters.

Age Determination from Scales.

Age determination of Faroese lemon soles, by means of scale examination, on the whole presents little difficulty. The age of the oldest fish may be ascertained with comparative ease and certainty but in certain cases, usually beginning about the ninth or tenth year of life, some difficulty may be encountered as a result of the accumulation of winter rings at the edge of the scale through smaller scale growth in later years. False winter rings (2) may also cause some difficulty in the scales from certain localities, particularly Faroe Bank and within the fjords. A few records have necessarily been neglected owing to considerable doubt in their interpretation.

Scales were examined from 1800 lemon soles caught by the "Explorer" and from 1250 taken by the various Danish vessels. About 700 of the latter were procured by means of the eel hand seine in the shallow water of a number of fjords. In reading the scales it soon became obvious that the age composition of the fjord stocks differs markedly from that of stocks outwith territorial waters. They are accordingly considered separately.

Age Composition of the Fjord Lemon Soles.

With one exception there is no difference between the age compositions of the catches in the different fjords in any one year. In Table 5, therefore, all the fjords are classed together. The records for every year, except 1938, are from shallow waters of 4 to 16 m. depth.

The complete absence or scarcity of the younger

Table 5.

Age Composition of Fjord Catches.

Year	Total	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	16+
1924.....	86	2	3	2	13	7	14	22	12	4	5	2	—	—	—
1925.....	119	—	21	18	5	19	16	10	15	6	5	3	1	—	—
1926.....	146	—	—	13	12	15	24	20	23	22	13	3	—	1	—
1927.....	120	—	—	3	13	18	15	12	21	12	14	7	3	1	1
Totals ...	471	2	24	36	43	59	69	64	71	44	37	15	4	2	1
%.....	..	·4	5·1	7·6	9·1	12·5	14·7	13·6	15·1	9·3	7·9	3·2	·9	·4	·2
1931.....	12	—	—	—	—	1	2	3	1	1	3	1	—	—	—
1932.....	97	—	—	3	7	5	13	27	17	16	8	1	—	—	—
1933.....	32	—	—	—	5	1	7	8	7	—	4	—	—	—	—
1934.....	50	—	1	—	2	6	7	9	16	4	4	—	1	—	—
Totals ...	191	—	1	3	14	13	29	47	41	21	19	2	1	—	—
%.....	..	—	·5	1·6	7·4	6·8	15·2	24·6	21·5	11·0	9·9	1·0	·5	—	—
1938.....	17	—	1	—	1	—	4	3	2	5	—	1	—	—	—

year-classes is immediately noticeable, especially when Table 5 is compared with the similar table (6) for fish taken in the open sea. Within the fjords the most numerous fish are those of the 8+, 9+ and 10+ classes. This suggests a gradual accumulation of old fish in the shallow parts of the fjord beginning in the fourth year of life (3+) and continuing at least until the tenth year (9+). No doubt an exodus to some extent occurs at the same time but it is not sufficiently strong to counteract the numbers of fish coming in.

It would be almost impossible for the small 1+ and 2+ fish to escape through the meshes of an eel hand seine, consequently it may be assumed that they do not exist in the shallows. The deeper waters of the fjords have not been thoroughly investigated, except in 1937 which yielded negative results, so that it is impossible to say whether they are present there or not. It is interesting, however, to record the capture of a single 2+ lemon sole, 11·7 cm. long, at a depth of 24 m. in Kalbak fjord in August 1924. Strubberg (4) also records a small 2+ of 10·3 cm. from investigations in May 1910.

The high proportions of 4+ and 5+ fish taken in 1925 are interesting since these fish were almost entirely taken in one sample from Fuglefjord. This is the only instance of a large concentration of younger fish within the fjords and suggests that it is an exceptional occurrence. The explanation of this early influx is probably due to overcrowding in deeper water outside the fjord as a result of the two consecutive, good broods of 1920 and 1921.

The period of these records is divisible into two sections—1924 to 1927 and 1931 to 1934 (see Table 5). The figures for the latter four years show a marked decrease in the percentages of the younger fish up to 7+ years of age and also a decrease in the number of the oldest broods represented in the catches. The percentages of the 8+, 9+ and 10+ year-classes naturally show an increase, although the numbers of fish of all ages taken per 10 hauls of the eel hand seine show a decline. The reduction in the average numbers caught per 10 hauls between the two four-yearly periods is approximately from 20 to 10 fish. This is partly explained by the knowledge that during the first few years of the period under review, practically no fishery for lemon soles existed within the fjords. After this, fishing was prosecuted by means of the small "Skovltrawl" which was later prohibited. In recent years very little fishing for flat-fishes has been carried on apart from some Danish seining. But the impression remains that the all-round reduction in numbers of fish caught per 10 hauls and the reduction in the percentages of the younger fish are also in part due to the diminution of the stock of lemon soles elsewhere and to the elimination of fish which might otherwise have penetrated the fjords.

Age Composition of Lemon Soles from extra-territorial Waters.

Although a number of Danish samples were obtained from territorial waters other than the fjords, their age composition differs little from that of neighbouring extra-territorial waters with which they are accordingly included. The results of the age determinations are presented in Table 6. Fish of all ages from 1+ to 16+ years compose the yearly catches of the research vessels. The extreme scarcity of 1+ lemon soles, already noted in dealing with the species in Scottish waters (2) and by Strubberg (4) at Faroe, renders these records worthy of more detailed examination (Table 7).

These are the youngest bottom stages of lemon soles caught at Faroe. All were taken in the small mesh covering the cod-end of the otter trawl, six by the "Explorer" in 1927 and 1929 and seven by the "Dana" in 1938. Although these records are few in number the depths at which they were taken are in agreement with the Scottish records, which suggest that the young lemon soles settle down in waters inhabited by the adult fish.

Records of the next age group (2+) are far more numerous although not so numerous as those of the 3+ and 4+ groups. Of the total number of 2+ lemon soles caught at Faroe (excluding Faroe Bank) by the "Explorer", 81 % are from the small mesh, having escaped through the meshes of the cod-end, while the corresponding percentages for 3+ and 4+ fish are 22 % and 5 % respectively. Since the cod-ends in use on the "Explorer" are of standard dimensions (24 rounds to the yard—formerly 26), it follows that commercial trawlers begin catching lemon soles in their third year of life. No doubt this applies only to the largest individuals and in the areas of best growth, but by another year (3+) nearly 80 % of the fish entering the trawl are retained in the cod-end. Neglecting the 1+ and 2+ groups, the lemon sole stock at Faroe exploited by fishing vessels is thus composed of at least 12 to 14 different broods.

On Faroe Bank conditions are different, due to the poor growth in this region. All lemon soles younger than five years of age and large proportions of older fish are from the small mesh records.

Estimation of relative Brood Strengths.

It is impossible to attempt to calculate the actual strengths of the different broods of lemon soles at Faroe, since the records are too few for that purpose. From Table 6, however, it is possible in a general manner to trace each brood through most of the years of its existence. In this way it is observed that certain broods dominate the annual catches during certain years of their life, principally from the fourth to the ninth, and at the same time that other broods are relatively inconspicuous. The most outstanding brood in the period is that of 1927, which is represented by relatively high percentages in the catches of each year from 1929 to 1937. From a study of Table 6 the

Table 6.

Numbers and Percentages of Different Broods in the Annual Catch of Lemon Soles at Faroe 1923—1938. Scottish (S) and Danish (D) Records.

Year	Broods	1937	1936	1935	1934	1933	1932	1931	1930	1929	1928	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1920	Totals
1938	No.	7	61	47	57	3	6	5	12	4	5	2	—	—	—	—	—	—	—	209 S. D.
	%	*3·4*	*29·1*	*22·5*	*27·3*	*1·4*	*2·9*	*2·4*	*5·7*	*1·9*	*2·4*	*1·0*	—	—	—	—	—	—	—	
1937	No.	..	0	0	19	8	12	11	33	13	10	19	4	4	2	1	—	—	—	136 S.
	%	..	*0*	*0*	*13·9*	*5·9*	*8·8*	*8·1*	*24·3*	*9·5*	*7·4*	*13·9*	*3·0*	*3·0*	*1·4*	*0·8*	—	—	—	
1936	No.	..	..	0	41	44	10	13	28	13	8	14	3	0	1	—	—	—	—	175 S.
	%	..	..	*0*	*23·4*	*25·2*	*5·7*	*7·4*	*16·0*	*7·4*	*4·6*	*8·0*	*1·7*	*0*	*0·6*	-	-	-	-	
1935	No.	..	..	..	0	9	15	10	38	21	23	32	6	2	3	0	0	2	—	161 S.
	%	..	..	..	*0*	*5·6*	*9·3*	*6·2*	*23·6*	*13·0*	*14·3*	*19·9*	*3·8*	*1·2*	*1·9*	*0*	*0*	*1·2*	—	
1934	No.	..	..	..	..	0	0	5	23	12	18	17	4	3	3	4	3	0	1	93 D.
	%	..	..	..	..	*0*	*0*	*5·4*	*24·7*	*12·9*	*19·4*	*18·3*	*4·3*	*3·2*	*3·2*	*4·3*	*3·2*	*0*	*1·1*	
1933	No.	..	..	..	..	..	0	5	85	29	21	77	17	3	8	8	3	1	1	258 S.
	%	..	..	..	..	..	*0*	*1·9*	*32·9*	*11·2*	*8·1*	*29·9*	*6·6*	*1·2*	*3·1*	*3·1*	*1·2*	*0·4*	*0·4*	
1932	No.	..	..	..	..	..	..	0	1	0	2	17	3	5	8	7	4	—	—	47 D.
	%	..	..	..	..	..	..	*0*	*2·1*	*0*	*4·3*	*36·2*	*6·4*	*10·6*	*17·0*	*14·9*	*8·5*	—	—	
1931	No.	..	..	..	..	..	..	..	0	4	18	93	29	3	12	9	9	5	4	186 S.
	%	..	..	..	..	..	..	..	*0*	*2·2*	*9·7*	*50·0*	*15·6*	*1·6*	*6·5*	*4·8*	*4·8*	*2·7*	*2·1*	

Year		1928	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1920	1919	1918	1917	1916	1915	1914	1913	1912	1911	1910	1909	1908	Totals
1929	No.	1	93	51	31	43	19	25	32	11	9	7	2	1	..	..	..	..	..	..	..	..	325 S.
	%	*0·3*	*28·6*	*15·7*	*9·5*	*13·2*	*5·8*	*7·7*	*9·9*	*3·4*	*2·8*	*2·2*	*0·6*	*0·3*	..	..	..	..	..	..	..	..	
1928	No.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	nil
	%	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
1927	No.	..	..	5	14	31	24	20	56	31	7	15	6	1	4	2	4	..	..	..	..	..	220 S. D.
	%	..	..	*2·3*	*6·4*	*14·1*	*10·9*	*9·1*	*25·5*	*14·1*	*3·2*	*6·8*	*2·7*	*0·4*	*1·8*	*0·9*	*1·8*	..	..	..	..	..	
1926	No.	..	..	..	0	4	5	10	22	18	0	12	3	2	3	4	3	1	0	1	..	..	88 D.
	%	..	..	..	*0*	*4·6*	*5·7*	*11·4*	*25·0*	*20·5*	*0*	*13·6*	*3·4*	*2·3*	*3·4*	*4·5*	*3·4*	*1·1*	*0*	*1·1*	..	..	
1925	No.	..	..	..	..	0	0	1	3	12	2	0	1	1	2	3	3	2	..	..	..	..	30 D.
	%	..	..	..	..	*0*	*0*	*3·3*	*10·0*	*40·0*	*6·7*	*0*	*3·3*	*3·3*	*6·7*	*10·0*	*10·0*	*6·7*	..	..	..	..	
1924	No.	..	..	..	..	..	0	1	28	87	16	83	26	8	17	12	15	10	5	..	..	..	308 S.
	%	..	..	..	..	..	*0*	*0·3*	*9·1*	*28·2*	*5·2*	*27·0*	*8·5*	*2·6*	*5·5*	*3·9*	*4·9*	*3·2*	*1·6*	..	..	..	
1923	No.	..	..	..	..	..	..	0	0	4	0	29	4	3	1	2	6	5	0	1	1	1	57 S.
	%	..	..	..	..	..	..	*0*	*0*	*7·0*	*0*	*50·9*	*7·0*	*5·3*	*1·8*	*3·5*	*10·5*	*8·8*	*0*	*1·8*	*1·7*	*1·7*	

various broods have been classified roughly in order of importance as follows:—

Good	1927	1930	1918	1920	1921
Medium: Good	1934	1926	1928	1924	
Medium: Poor	1923	1929	1932	1933	
Poor	1919	1922	1925	1931	

It has been demonstrated that the ratio of the strongest lemon sole brood to the weakest in the North Sea is small compared to that of certain other species (2). The actual ratio at Faroe cannot be ascertained from the data but it is probably not greater than 6 to 1. The effect of this, combined with other features such as the slow growth rate and the large number of broods represented in the catches, is to minimise the annual variations in the weight of lemon soles landed from any area. In spite of this, Faroese landings from 1922 onwards show a number of maxima which appear from 4 to 6 years after the appearance of the good broods (Table 2). Thus the relatively high landings from 1923 to 1925 follow the growth of the good broods of 1918, 1920, and 1921. The medium or poor broods from 1922 to 1925 are reflected in the lower landings from the period 1926 to 1929. Then the very rich brood of 1927 is mainly responsible for the weight of lemon soles caught from 1931 to 1933. The huge totals for these years, however, are in part due also to an increase in the intensity of fishing following a growing scarcity of fish in other areas and to the use of more efficient fishing gear. Finally the 1930 brood is represented by the high landings for 1934 and 1935. The fall in the landings from 1932 to 1937 suggests that the catches of 1931 and 1932 are also partly due to the toll being taken of reserves of fish, which, prior to 1931, were not seriously threatened. Being located in a small area these reserves naturally could only sustain such an intensive fishery for a short time. It is very doubtful, therefore, if under existing conditions, future landings will ever equal those of 1931 and 1932.

Table 7.

Details of 1+ Lemon Soles caught at Faroe 1923—1938.

Date	Position	Depth m.	Duration of Haul hours	No. of Fish	Length cm.
14.8.27	62°34′ N. 6°26′ W. to 62°34′ N. 6°40′ W.	96	2	1	9
17.8.27	60°54′ N. 8°16′ W.	115	1	4	6, 7, 7, 7
27.6.29	62°14′ N. 6°05′ W. to 62°17′ N. 5°56′ W.	117—123	2	1	9
30.7.38	62°24′ N. 7°09′ W.	105	2	5	8, 9, 9, 10, 10
30.7.38	62°18′ N. 7°23′ W.	100	2	2	9, 9

Distribution of the different Age Groups.

It is difficult to decide from Table 6 whether there is any marked change in the age composition of the stocks following the heavy fishing of recent years since all the grounds were not thoroughly sampled every year. From observation of particular positions it is known that the age composition varies from place to place. Table 8 gives the numbers in the different age groups from grounds all round the islands.

From Myggenæs eastwards along the north coast there extends a zone in which young fish predominate. This is no doubt accentuated by the fishing out of older fish but further offshore, for example north of latitude 62°30′ N. (in XX24c), the percentage of young fish though less than on inshore grounds is still higher than elsewhere at Faroe. On Fuglö and Svinö grounds the proportions of younger fish decrease while the numbers and percentages of older fish increase. The Nolsö grounds support a much higher percentage of lemon soles of 9 years of age and over than any of the others discussed. The high figures for old fish in 1937 (Table 6) are due to a large sample from these grounds. Other localities off the west coast and round Suderö also support large numbers of the oldest fish. For the sake of comparison the catches in several fjords are also included in Table 8.

Age and Maturity.

The relationship of size and maturity in Faroese lemon soles has been discussed in a previous paper (3). In brief, males mature at a much smaller size than females. The opportunity is now taken of considering the age at which they mature as ascertained from "Explorer" records. All 1+ fish may be regarded as immature. In the 2+ class all female fish were immature while only about 30 % of the males were

Table 8.

Numbers and Percentages of Age Groups on Faroe Grounds 1923—1938.

Grounds	Areas	1+—4+	5+—8+	9+—12+	13+—16+	Total
N. Myggenæs	WW23a/b	322	72	14	2	410
	%	*78·5*	*17·6*	*3·4*	*0·5*	..
North Coast (inner)	XX23ab	101	46	14	1	162
	%	*62·8*	*28·4*	*8·6*	*0·6*	..
North Coast (outer)	XX24c	164	144	38	6	352
	%	*46·6*	*40·9*	*10·8*	*1·7*	..
Fuglö	YY23a	54	87	14	2	157
	%	*34·4*	*55·4*	*9·0*	*1·2*	..
Svinö	XX23d	188	248	65	1	502
	%	*37·5*	*49·4*	*12·9*	*0·2*	..
Nolsö	XX23d	31	122	40	4	197
	%	*15·8*	*61·9*	*20·3*	*2·0*	..
West Side	WW22abd	18	121	32	3	174
	%	*10·4*	*69·5*	*18·4*	*1·7*	..
Suderö	XX21a XX22bd	37	82	44	7	170
	%	*21·8*	*48·2*	*25·9*	*4·1*	..
Faroe Bank	VV2O	52	67	21	1	141
	%	*36·9*	*47·5*	*14·9*	*0·7*	..
Vaag Fjord		2	165	237	12	416
	%	*0·5*	*39·6*	*57·0*	*2·9*	..
Fuglefjord		21	64	53	3	141
	%	*14·9*	*45·4*	*37·6*	*2·1*	..
Kollefjord, Skaalefjord etc.		4	22	41	10	77
	%	*5·2*	*28·6*	*53·2*	*13·0*	

Table 9. Monthly Ranges and Averag

		2+	3+	4+	5+	6+
North Myggenæs (WW23ac).						
May	Number	12	17	47	8	11
	Range	10—16	(11)16 –27	(13)21—34	27—37	33—41
	Mean	13·2	20·6	27·5	33·0	36·9
June	Number	29	73	11	8	7
	Range	14—22	15—30	25—32	29—33	27—41
	Mean	18·1	24·2	28·1	30·6	34·7
North Coast (XX24c, WW23b, XX23ab).						
May	Number	11	29	56	32	44
	Range	9—16	12—25	17—32	19—40	22—44
	Mean	13·5	18·4	25·4	29·6	34·0
June	Number	17	42	26	27	12
	Range	11—20	15—24	18—31	24—35	27—38
	Mean	13·9	20·5	25·0	29·3	32·9
July	Number	62	49	68	4	6
	Range	10—18	14—29	21—34	28—35	29—41
	Mean	13·5	21·4	27·7	30·8	34·7
August	Number	5	13	15	9	30
	Range	13—15	17—25	21—32	27—33	26—39
	Mean	13·8	21·6	26·7	30·4	35·0
Fuglö-Svinö (XX23d, YY23a, XX22b).						
May	Number	16	30	78	50	39
	Range	10—16	14—25	17—34	23—39	25—38
	Mean	13·3	19·5	26·1	29·8	31·3
June	Number	61	64	25	51	65
	Range	11—19	15—29	20 –34	23—37	25—41
	Mean	15·6	21·7	26·2	30·5	32·6
July	Number	—	—	5	6	13
	Range	—	—	25—31	29—35	28—39
	Mean	—	—	27·4	32·5	32·2
Suderö (WW22bd, XX22d, XX21a).						
May	Number	—	2	8	8	12
	Range	—	11—14	15—27	19—34	20—36
	Mean	—	12·5	19·4	24·5	27·5
June	Number	—	2	6	9	45
	Range	—	15	17—22(34)	20—31	20—37
	Mean		15·0	19·7	24·6	27·5
July	Number	1	3	2	2	10
	Range	11	15—19	18—19	23—27	21—36
	Mean	11·0	16·7	18·5	25·0	28·9
Vaag Fjord						
June	Number				12	18
	Range	—	—	—	23—30	22—35
	Mean	—	—	—	27·2	29·6
July	Number			1	—	5
	Range	—	—	25	—	28—32
	Mean	—	—	25·0	—	30·0
August	Number	—		1	8	13
	Range	—		24	26—30	25—35
	Mean	—	—	24·0	27·3	29·5
Faroe Bank.						
May	Number	6	13	12	6	2
	Range	8—11	9—13	12—16	14—19(24)	17—(25)
	Mean	10·3	11·4	14·8	16·5	17·0
June	Number	1	2	7	6	11
	Range	8	10—11	11—16	12—19	14—22
	Mean	8·0	10·5	13·7	14·8	17·5
July—August	Number	4	2	1	2	4
	Range	8—11	12 –13	15	15—16	16—22
	Mean	9·8	12·5	15·0	15·5	19·0

n Soles at Faroe 1923—1938.

9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	16+
3	2	3	..	..	..	..	..
31—42	43—47	42—47	..	..	..	..	..
36·7	45·0	44·7	..	..	..	..	..
1	—	—	..	..	..	..	..
43	—		..	..	..	..	..
43·0	—	—	..	..	..	..	..
10	5						
35—46	38—46						
39·6	40·8						
4	3						
38—41	34—42						
39·8	38·3	14	13	6	2	1	..
—	2	31—50	31—52	39—47	38—46	51	—
—	40—45	41·9	42·7	43·2	42·0	51·0	..
—	42·5						
4	2						
33—40	37—41						
37·5	39·0						
24	19						
29—43	33—43						
34·8	38·0						
9	4	21	7	3	2	—	..
(22)30—39	(27)36—42	34—45	35—45	38—44	42	—	—
34·9	37·8	38·7	38·6	41·3	42·0	—	..
7	3						
32—41	35—44						
36·4	38·0						
6	18						
31—42	30—42						
35·2	36·3						
11	8	10	5	4	4	—	1
32—39	34—41	35—40	37—44	35—43	39—42	—	44
36·0	37·0	37·4	39·6	39·3	40·3	—	44·0
5	3						
35—40	34—42						
37·0	38·0						
38	32	30	19				
31—40	32—43	31—46	31—42				
35·2	36·9	36·4	38·0				
9	13	3	3	9	2		1
32—39	26—42	31—38	32—38	34—44	40	—	37
35·2	36·8	35·3	35·7	38·4	40·0		37·0
20	25	11	17				
32—37	30—40	31—43	33—42				
34·1	36·0	36·0	36·4				
(1)	1	..	..	..	..	..	..
(33)	31	..	..	..	..	..	..
(33·0)	31·0	..	..	..	..	..	..
8	4	2	2		(1)	..	..
21—30	22—28	27—29(41)	27—37	—	(43)	..	..
25·9	25·0	28·0	32·0	—	(43·0)	..	..
1	1	..	..	..	..	..	..
23	31	..	..	..	..	..	..
23·0	31·0	..	..	..	..	..	..

Table 10.

Average Sizes of Lemon Soles at Faroe in July 1938 ("Dana" Records).

Position	Date	Depth m.	2+			3+			4+		
			No.	Range	Mean	No.	Range	Mean	No.	Range	Mean
62°27′ N. 6°26′ W.	29/7	89—96	9	10—14	12·0	9	15—23	18·8	19	21—29	26·4
62°28′ N. 6°43′ W.	29/7	95—96	11	11—17	13·4	8	19—21	19·8	10	23—29	25·9
62°24′ N. 7°09′ W.	30/7	105	31	12—18	13·8	21	14—29	21·7	11	24—30	28·1
62°18′ N. 7°23′ W.	30/7	100	10	11—16	13·6	7	22—27	24·1	11	23—34	29·9

immature. About 47 % of the latter were recognised as either ripe or spent and since most of the sampling took place in May and June it is probable that a still larger percentage spawned before the end of the spawning period. At 3+ over 80 % of the females but only 4 % of the males were immature. At this age no ripe or spent females were recognised although a few maturing females may have spawned later in the season. In the 4+ age group nearly half the females were still immature and ripe and spent females were recognised for the first time. From 5+ to 7+ years of age immature females were still to be found but in very small numbers. Males may also persist in the immature state up to 6+ years of age.

On Faroe Bank, where both males and females mature at smaller sizes, the ages of first maturity are similar to those at Faroe proper.

Growth.

The growth of the lemon sole at Faroe has been determined by the direct application of age analysis to length measurements. Average monthly sizes calculated for each age group (Table 9) confirm the opinion already held regarding the slow growth of the species in comparison with other fish (4). Furthermore, growth studies on lemon soles in Scottish waters (2) reveal the existence of a wide range in size of fish of the same age on almost any ground at any time. Averages, too, vary in localities only a short distance apart. Evidence of this is found in the following figures derived from four catches of lemon soles by the research ship "Dana" along the north coasts of Faroe in July 1938 (Table 10).

In order to obtain more representative figures for the different grounds at Faroe all catches from 1923—1938 were utilised with a view to eliminating the effect of differences due to times of capture and varying brood strengths. Records from each position were at first treated separately but, where similarities occurred in range and average size, they were combined to give the growth areas in Table 9 and Chart 1. Figures are included for Vaag Fjord but, considering the origin of the stocks, no true growth rate can be arrived at for any of the fjords.

The different rates of growth are represented in graphical form in figure 1 by utilising the average sizes for May and June. Growth curves for very good (Firth of Forth), medium (Fair Isle) and very poor (North Rona) Scottish areas are also plotted for

Table 11.

Age and Size Frequencies at Myggenæs 1923—1938 ("Explorer" Records).

cm.		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2+	May	1	2	3	—	2	2	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	June	—	—	—	—	3	1	6	1	6	2	4	4	2	..	..	..
3+	May	—	(1)	—	—	—	—	1	—	1	1	5	2	1	1	2	1
	June	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2	4	3	8	6	14	10
4+	May	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	3
	June	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
5+	May	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	June	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6+	May	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	June	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

cm.		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
2+	May	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	June	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3+	May	—	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	June	10	5	5	3	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4+	May	4	10	5	5	6	2	1	2	2	..	..	..	..	..	..	..
	June	1	2	1	1	3	—	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5+	May	—	1	1	—	—	1	—	—	1	1	2	1	..	..	..	..
	June	—	—	—	3	1	1	2	1	..	..	..	..	..	..	..	..
6+	May	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	2	3	—	1	1
	June	—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1	1	—	1

comparison. Taking the Scottish growth rates as standards, it is clear that over the greater part of the Faroe area, including the most densely populated regions, the growth of lemon soles is very good. From Myling Head along the north coast to Fuglö and southwards over the Svinö and Nolsö grounds the rate of growth resembles that of the Firth of Forth, the area of most rapid growth in Scottish waters. The Svinö—Fuglö curve in particular is almost identical with the Firth of Forth curve and bears the same relation to the north coast as the Firth of Forth bears to the Aberdeenshire Coast. In other words, up to 5+ years of age, growth in the Svinö—Fuglö area is slightly superior to that of the north coast but from 6+ years onwards it becomes inferior to it. This may be caused to some extent by the greater fishing activity on the former grounds and the consequent capture of the faster-growing fish.

North of Myggenæs, within a relatively small area, growth is considerably faster than on any other grounds so far investigated, whether at Faroe or in the North Sea. This remarkable locality has been

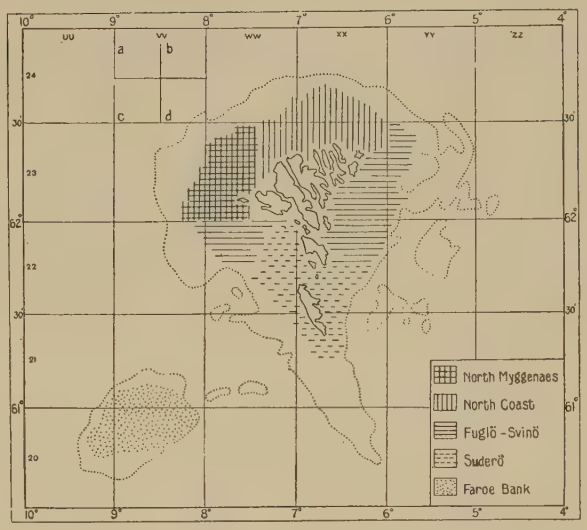


Chart I. Lemon Soles. Growth Areas.

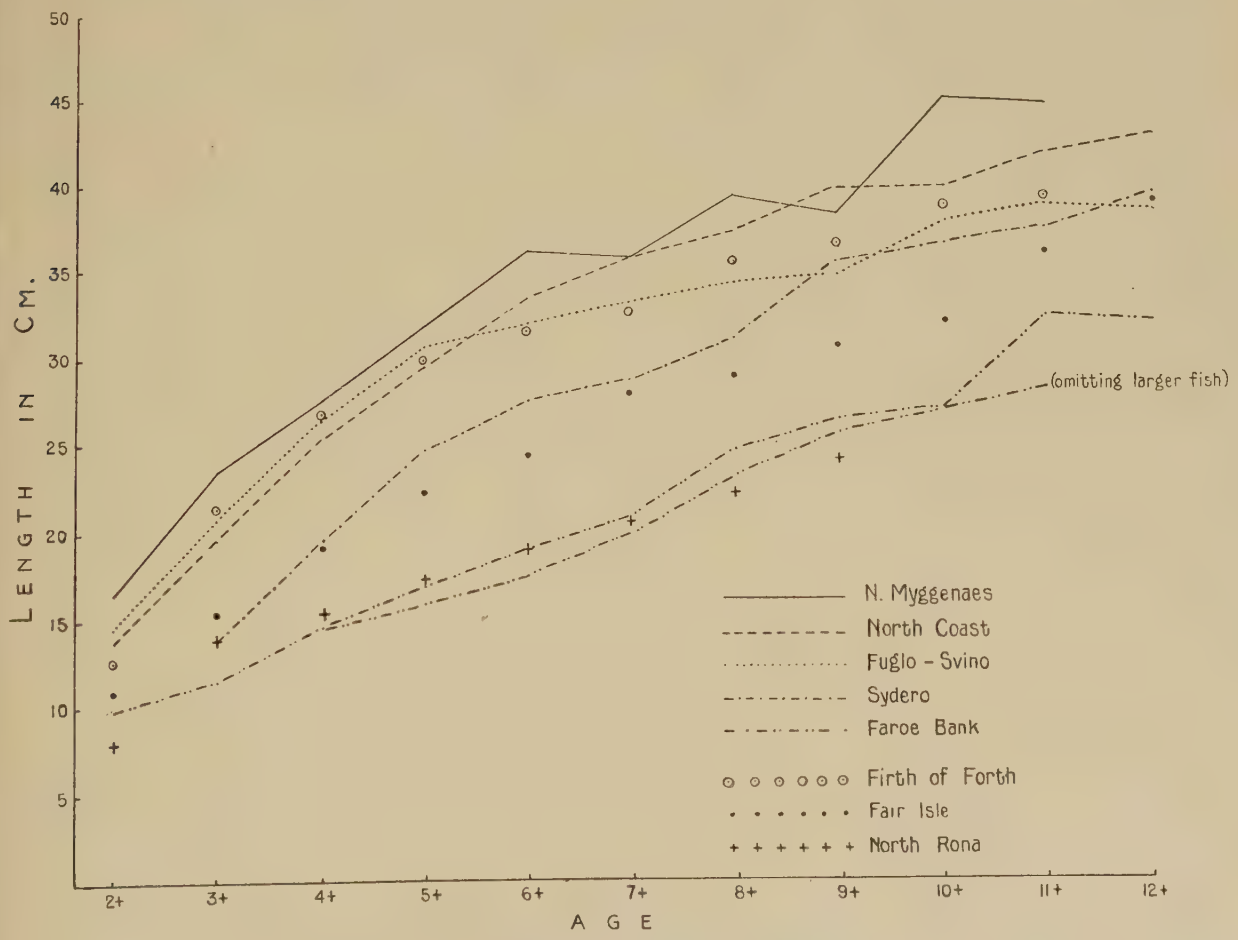


Figure 1. Lemon Sole. Growth Curves. Average Sizes, May—June. Faroe, 1923—1938.

shown to support a large population of lemon soles consisting predominantly of young fish. In view of its special interest, Table 11 has been compiled giving the complete age and size frequencies of lemon soles caught within it.

South of Myggenæs, growth resembles the Fuglö—Svinö type. On still more southerly grounds, surrounding Suderö, growth is much less rapid and in comparison with the Fair Isle type it would appear to be of the medium to good variety. After 8+ years of age the Suderö curve rises suddenly to the region of the Svinö—Fuglö curve. The explanation of this is doubtful but it is thought to be due partly to the immigration of large fish from the faster-growing area of Myggenæs. Experiments in the marking of lemon soles show that migration from these grounds to the vicinity of Suderö does take place and further support is lent to this opinion by the characteristics of the scales of the very large fish caught there.

Owing to poverty of records, it is impossible to define the nature of the lemon sole growth in the deeper water at the edge of the Faroe plateau. The presence of a few poorly grown individuals at Myggenæs (see two bracketed records in Table 11) and at Svinö suggests the existence of poor growth areas beyond the areas of good growth and that some migration takes place from the outer region to the inner. It would be interesting to test this by further investigations in the deeper water.

Growth on Faroe Bank.

On Faroe Bank growth is very poor. The curve for this area resembles that of North Rona, the poorest type in the Scottish area. The size and age frequencies (Table 12) reveal a narrower range than on other grounds, a feature which also characterises the North Rona stock. From 5+ years of age onwards the range becomes wider by the appearance in the catches of a number of large fish (see brackets Table 12). In explanation of these larger fish, which are not found in any particular position, there are two suggestions:—

The first, arising from a study of the food of lemon soles not yet published, is that some individuals, after reaching a certain size, strike conditions that are more favourable for better growth.

The second is that these fish are immigrants from faster-growing localities at Faroe proper. This view finds support in the solitary record of a migrant from Myggenæs grounds to Faroe Bank (3) and also in the nature of the scales of the larger fish, which do not all resemble the typical Faroe Bank scales, which are of a small size with relatively few sclerites and with numerous false winter rings. Further marking experiments, especially on the west side of Faroe, are desirable in order to determine with certainty whether migration to Faroe Bank does take place.

Table 12.

Age and Size Frequencies on Faroe Bank 1923—1938 ("Explorer" and "Dana" Records). April—August inclusive.

cm.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1+	1	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2+	—	—	3	—	3	5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3+	—	—	—	1	2	6	5	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4+	—	—	—	—	—	1	1	5	1	6	6	..	..	..	..	..	..	..
5+	—	—	—	—	—	—	1	—	3	4	3	1	1	3	—	—	—	—
6+	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	2	2	—	3	1	2	2	—
7+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	—	2	2	4	—	2
8+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	3
9+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2
10+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
11+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

cm.	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5+	(2)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6+	—	(1)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7+	—	—	—	—	(1)	—	—	(1)	—	—	(1)	..	..	..	..	..	..	..
8+	—	3	—	—	—	(1)	(1)	—	—	—	—	..	..	..	..	..	..	..
9+	1	1	—	—	3	—	1	—	—	(1)	—	..	..	..	..	..	..	..
10+	—	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	..	..	..	..	..	..	..
11+	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)
12+	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—

Period of Growth.

As regards the actual time of year when growth is most active, no definite answer can be given since records are not available from the whole year. Considering the averages in Table 9, however, it is certain that the greatest growth takes place during the latter half of the year from June to December. This is once more in agreement with the Scottish results.

Summary.

The area of the Faroe Islands ranks third in importance to the North Sea and Iceland as a source of lemon soles. Since 1932 the annual landings from Faroe have decreased from 20 % to 12 % of the total landings from the north-east Atlantic.

Lemon Soles are found throughout the Faroe area including Faroe Bank. The northern grounds from Myggenæs eastwards to Fuglö and southwards to Nolsö are particularly rich in this species. The depth range is from a few metres, within the fjords, to over 200 m. on the edge of the plateau. For a number of years the Faroe grounds have produced a greater weight of lemon soles than the equivalent area in the most thickly populated North Sea grounds.

Females outnumber the males in most samples. Spawning takes place all round the islands but particularly in the north.

The stock of fish in the fjords consists predominantly of older fish from 8 to 11 years of age. A change is noticeable in the age composition of the fjord catches in recent years.

In extra-territorial waters the stock is far younger in age composition. The youngest (1+) fish are scarce as elsewhere but the 2+ age group is fairly abundant being mostly obtained in the small mesh covering of the cod-end. Commercial trawlers begin catching the fast-growing individuals in their third year (2+) but by another year about 80 % of the 3+ group are large enough to be retained in the cod-end. Exluding 1+ and 2+ fish the stock of lemon soles at Faroe is composed of at least 12 to 14 different broods.

From a study of percentages from year to year the broods have been classified roughly as good, medium or poor. The effect of varying brood strengths is reflected in the landings about 4 to 6 years later.

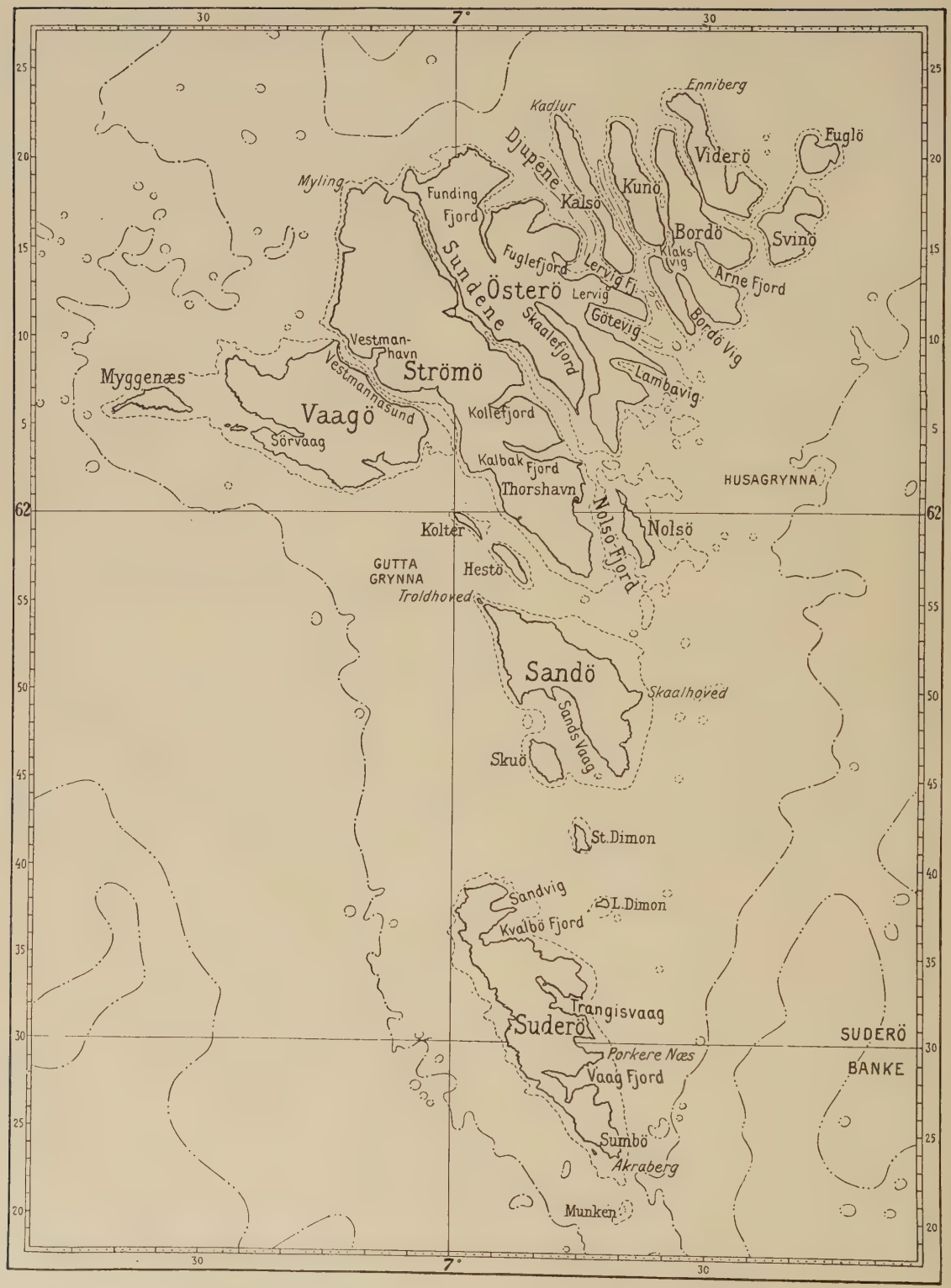
The age composition of the stocks varies from place to place. Along the northern coast young fish predominate while on Nolsö and Suderö grounds the stocks are much older in character. There is no sign of a reduction in the number of broods making up the stocks at Faroe but in certain recent years, for example, 1936 and 1938, there is evidence of a decline in the number of older fish.

Males mature at a smaller size than females. They are also younger when maturity is reached—the majority of males being ripe at 2+, while about half of the females of 4+ years are still immature.

The growth of lemon soles on the most densely populated grounds is very good in comparison with North Sea standards. Towards Suderö it is less rapid while on Faroe Bank it is extremely poor. Greatest growth appears to take place during the second half of the year.

References.

1. Hørring, R. Fiskeri Beretning for 1900—1901, p. 203.
2. Rae, B. B. Age and Growth of Lemon Soles in Scottish Waters. Fisheries, Scotland, Sci. Invest., 1939, No. 1.
3. — Marking Experiments on Lemon Soles at Faroe, 1923 to 1936. Journal du Conseil, Vol. XIV, No. 1, April, 1939.
4. Strubberg, A. C. Marking Experiments with Plaice and Lemon Soles at the Faroes in 1910—1912. Medd. Komm. Hav. Fisk., Bd. V, No. 6.
5. Bulletin Statistique. Vols. XXI to XXIV.
6. Ministry of Agriculture and Fisheries, Sea Fisheries Statistical Tables and Charts.
7. Fishery Board for Scotland. Sea Fisheries Statistical Tables.


Enniberg
Kadlur
Djupene
Videro
Fuglö
Myling
Funding Fjord
Kalsö
Kunö
Bordö
Svinö
Klaksvig
Fuglefjord
Lervig Fj.
Arne Fjord
Sundene
Österö
Lervig
Götevig
Bordö Vig
Skaalefjord
Vestmanhavn
Strömö
Lambavig
Myggenæs
Vestmannasund
Vaagö
Kolterfjord
Sörvaag
Kalbak Fjord
Thorshavn
HUSAGRYNNA
Nolsö Fjord
Kolter
Nolsö
GUTTA GRYNNA
Hestö
Troldhoved
Sandö
Skaalhoved
Sands Vaag
Skuö
St. Dimon
Sandvig
L. Dimon
Kvalbö Fjord
Trangisvaag
Suderö
SUDERÖ BANKE
Porkere Næs
Vaag Fjord
Sumbö
Akraberg
Munken
62
7°
30

3.

The Food of Lemon Soles in Faroese Waters.

By

Bennet B. Rae, Aberdeen.

Introduction — Material and Treatment.

The following account of the food of lemon soles at Faroe is supplementary to a more comprehensive work on the food of the species in Scottish Waters which is in course of preparation. Most of the samples of stomachs were collected during visits of the Scottish research vessel, "Explorer", to Faroe in 1935, 1937 and 1938, but a number were obtained through the kindness of the skippers and crews of Aberdeen trawlers. The location of the samples is given in the accompanying chart which at the same time demonstrates the uneven nature of the sampling. For this reason and also because of the irregular sampling throughout the year it is proposed to continue these investigations until results more representative of the whole area are obtained.

As in the case of all lemon sole food investigations, stomachs were collected in 10 cm. groups and preserved in weak formalin. The examination of the stomachs in the laboratory included notes on the condition of the alimentary canal, identification of the types of food and measurement of the volumes of the chief food types. The identification of the principal food types was pursued to the individual species if possible, but no attempt was made to identify in detail types or sub-types of less importance, such as Amphipoda, Chitonidae, Nemertea, Gephyrea, etc. In addition, the contents of the intestines were roughly examined. Measurement of the volumes of the chief food types was carried out by means of water displacement.

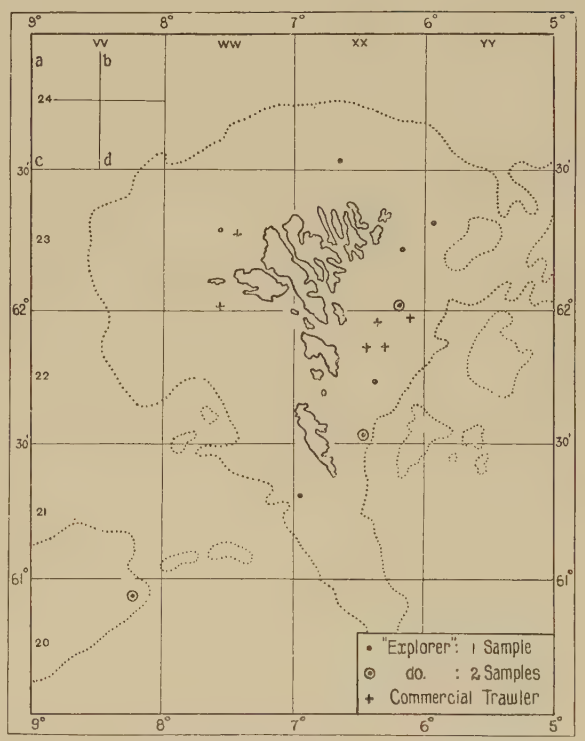


Chart I. Lemon Soles, Positions of Stomach Samples.

Condition of Stomachs and Intestines.

In the investigations on lemon soles from Scottish waters it has been found that, during the month of December, the species takes practically no food, as is shown by the empty and contracted condition of the stomachs and intestines. Feeding commences in January and proceeds at an increasing rate until the summer months when it is at its maximum. Thereafter a decline sets in which continues until December. In spite of insufficient data it seems certain that the same conditions exist on Faroese grounds, as the following table suggests:—

Table 1.

Numbers and Percentages of Empty Stomachs and Intestines.

Months	No. of Stomachs examined	No. of Empty Stomachs	%	No. of Empty Intestines	%
February	27	17	63	10	37
April, May, June ..	150	10	7	1	1
July, August.....	47	3	6	—	—
October, November	27	12	44	6	22
December.....	7	7	100	7	100

Table 2.

Frequencies and Percentages of Chief Food Types.

Size cm.	No. Stomachs	No. with Recognisable Food	P	C	M	E	L	N	G	S	F	Z	A
11—20	21	21	20	10	8	3	3	1	1	1	—	—	—
		% ...	*95*	*48*	*38*	*14*	*14*	*5*	*5*	*5*	—	—	—
21—30	74	60	54	37	38	15	10	5	2	—	2	—	—
		% ...	*90*	*62*	*63*	*25*	*17*	*8*	*3*	—	*3*	—	—
31—40	148	135	111	92	83	36	28	11	—	2	—	4	3
		% ...	*82*	*68*	*61*	*26*	*21*	*8*	—	*1*	—	*3*	*2*
41—50	15	15	8	3	11	—	—	—	—	—	—	1	—
		% ...	*53*	*20*	*73*	—	—	—	—	—	—	*7*	—

Key:— P. *Polychaeta* C. *Crustacea* M. *Mollusca* E. *Echinoderma* L. *Coelentera* N. *Nemertea*
G. *Gephyrea* S. *Ascidiae* F. *Pisces* Z. *Polyzoa* A. *Algae*

Identification of Food.

(a) Change in Type of Food with Growth.

The results of the identification of the food have been surveyed in the first instance to demonstrate changes in the diet of the fish with growth (Table 2), and secondly, to show changes from one locality to another (Appendix A). Throughout this paper the frequency-percentages are calculated from the numbers of stomachs containing recognisable food. Owing to the small number of stomachs in some samples, the detailed account of the food in Appendix A is carried out without regard to the size-groups.

Not included in Table 2 are four small lemon soles of 9 to 10 cm. which were caught in 1929 and preserved for other purposes. *Polychaeta*, represented by *Serpulidae* (in 3) and *Terebellidae* (in 2), were found in three of these fish, while small pieces of *Coelentera* and *Crustacea* were present in one each.

Reference to Table 2 shows that no change in the actual types of food eaten is evident with growth but gradual changes take place in their frequencies. Regarding the area as a whole, *Polychaeta* form the bulk of the food for all size groups up to 40 cm., although the frequency of their occurrence in the stomachs gradually diminishes with increased size. Beyond 40 cm. data are meagre but the indications are that *Mollusca* surplant the *Polychaeta* as the most favoured food. Within the 11—20 cm. group preference is shown for smaller *Polychaeta* such as the *Serpulidae*, while in the 21—30 cm. and 31—40 cm. groups larger forms like the *Terebellidae* are more readily eaten.

Next in importance are the *Crustacea* and *Mollusca*. In both cases the frequencies show that more interest is shown in these forms of food by the larger fish. Small forms of the *Crustacea* such as *Amphipoda* are eaten more frequently by the 11—20 cm. group, while interest turns with growth to the *Decapoda*. In the 41—50 cm. group the Molluscan food consists almost entirely of Mussels, while smaller fish show preference for Chitons and other small *Gastropoda*. *Echinoderma*, represented chiefly by *Ophiuroidea*, are eaten with greater frequency by the 21—30 cm. and 31—40 cm. groups. The *Coelentera*, in the form of *Hydroidea*, resemble the *Echinoderma* in the frequency figures. Other types such as the *Nemertea*, *Gephyrea*, *Ascidiae*, *Polyzoa*, *Algae* and *Pisces* are of negligible importance. Out of 258 stomachs examined only two individuals contained fish — one the remains of a *Gobius* on Faroe Bank, the other a larval fish on the Nolsö grounds.

(b) Seasonal Change in Type of Food.

Although the data are rather scanty for drawing conclusions, there appears to be little or no change in the type of food consumed throughout the year. From Appendix A it is clear that, at the position 62°00′ N.—6°12′ W., samples taken in May and July are almost identical as regards food. In Area XX22b, sampled on five occasions from February to October, similarity exists between the food consumed, although in this case the samples are from slightly different positions. Lastly, samples procured in May and July from 61°32′ N.—6°28′ W., are also in close agreement.

(c) Local Variations in the Food.

From Appendix A the occurrence of local variations in the food of lemon soles may be noted both as regards the animals consumed and the percentages of the various types. Sedentary *Polychaeta* are represented in the food list by eight families of which the *Terebellidae* are the most frequent in all samples. The *Amphictenidae*, represented by one species, *Ampharete Grubei*, are very common at one position east of Nolsö but are scarce elsewhere. In the errant class of *Polychaeta*, the *Eunicidae* are predominant in most samples and are followed in importance by the *Aphroditidae* and *Phyllodocidae*, while three other families are less common.

Table 3.

Volumes of Food Types in Stomachs in c.c.

Size cm.	No. of Stomachs	Total Volume c.c.	Polyc.	Crust.	Moll.	Echin.	Coel.	etc.
11—20	21	8·50	6·06	0·55	0·27	0·02	0·22	0·20
		%	*71*	*6*	*3*	+	*3*	*2*
21—30	71	44·95	26·11	7·41	6·86	0·63	0·14	0·81
		%	*58*	*16*	*15*	*1*	+	*2*
31—40	144	199·82	104·98	35·04	37·84	9·86	1·53	2·70
		%	*53*	*18*	*19*	*5*	+	*1*
41—50	15	123·00	2·20	0·30	120·50	—	—	—
		%	*2*	+	*97*	—	—	—

Among the *Crustacea* the *Decapoda* are by far the most important group. On Nolsö grounds the outstanding feature of the food is the high percentage of *Decapoda* such as *Eupagurus*, *Galathea* and *Hyas*. Further south in XX22d and XX21a this group is less frequent, while along the north coast it is completely absent from the stomachs.

In some localities in Scottish waters the *Amphipoda* form an appreciable part of the food of lemon soles and Hørring (3) records their abundance in some stomachs which he examined at Faroe. In the present investigations, however, *Amphipoda*, when present in the stomachs, are represented by one or two specimens only so that volumetrically they are of negligible importance. Pieces of *Cirripedia*, probably *Balanus*, and *Isopoda* are recorded occasionally.

In the Molluscan type of food *Gastropoda*, in the form of Chitons and small *Patellidae* and *Fissurellidae*, are more frequent than *Lamellibranchiata* although larger forms of the latter constitute an important item in the diet of the larger lemon soles, especially on the Nolsö grounds.

On Faroe Bank the food is characterised by the relative scarcity of all the common food types. Further sampling in this area is desirable since preliminary work on the growth of lemon soles reveals a poorer rate of growth on Faroe Bank than on grounds around the Faroes.

Volumetric Measurements of Food Types.

The combined results of volumetric measurements are given in Table 3.

The percentages of the total volumes of food for each size-group tend to follow the course of the frequency-percentages in Table 2, while, at the same time, emphasising the greater importance of the three types — *Polychaeta*, *Crustacea* and *Mollusca*. *Echinoderma* and *Coelentera* are thus shown to occupy a position of less importance than is indicated by their frequencies.

The identification of so many individual species has prompted the drawing up of Appendix B giving the frequencies of their occurrence along with the approximate numbers of each. The latter is often rendered difficult by the fragmentary nature of the food in the stomachs but an attempt is made by counting the heads or head regions. In some regions, for example west of Myling Head, a large proportion of the stomach contents consists of Terebellid tentacles, thus making the enumeration of the animals preyed upon impossible.

The following works have been consulted:—

1. Bell, J. A History of British Stalk-Eyed Crustacea.
2. Fauvel, P. Faune de France — Polychètes.
3. Hørring, R. Fiskeri-Beretning for 1900—1901, p. 203—204.
4. Jeffreys, J. G. British Conchology.
5. Mortensen, Th. Handbook of the Echinoderms of the British Isles.
6. Spärck, R. Preliminary Survey of the Results of Quantitative Bottom Investigations in Iceland and Faroe Waters, 1926—1927. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. LVII, 1929.
7. Stephensen, K. The Zoology of the Faroes — Marine Crustacea.

Appendix A.

Frequencies and Percentages of

Latitude	60°54′N.	60°54′N.				61°17′N.		61°32′N.	61°32′N.			61°45′N		
Longitude	8°16′W.	8°16′W.				6°58′W.		6°28′W.	6°28′W.			6°26′W		
Area	VV20b	VV20b				XX21a		XX22d	XX22d			XX22		
Depths (metres)	133	120	Totals			144		132	106	Totals		73		
Date	6:6:35	3:7:38	%			28:5:37	%	27:5:37	3:7:38	%		26:5:3		
No. of stomachs	6	9	15			15		27	4	31		2		
No. with recognisable food	6	8	14			15		27	4	31		2		
POLYCHAETA	5	5	10	*71*		14	*93*	26	3	29	*94*	2		
Sabellidae	1	..	1	*7*		3	*20*	2	..	2	*6*	..		
Serpulidae	..	1	1	*7*		..	..	1	..	1	*3*	2		
Terebellidae	1	1	2	*14*		12	*80*	23	2	25	*81*	1		
Oweniidae	1	..	1	*7*		..	..	1	..	1	*3*	..		
Ampharetidae	..	..	..	..		1	*7*	4	..	4	*13*	..		
Maldanidae	..	..	..	..		..	..	1	..	1	*3*	..		
Amphictenidae	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—		
Chloraemidae	..	..	..	..		..	..	..	..	..	..	..		
Aphroditidae	..	..	..	..		2	*13*	10	2	12	*39*	1		
Phyllodocidae	..	..	..	..		3	*20*	4	1	5	*16*	..		
Eunicidae	1	..	1	*7*		2	*13*	20	1	21	*68*	1		
Nereidae	—	—	—	—		2	*13*	5	-	5	*16*	—		
Syllidae	..	..	..	..		..	..	1	..	1	*3*	1		
Nephthydidae	..	..	..	..		..	..	..	..	..	..	..		
CRUSTACEA	2	4	6	*43*		7	*47*	13	4	17	*55*	1		
Amphipoda	..	2	2	*14*		5	*33*	8	2	10	*32*	1		
Decapoda	—	2	2	*14*		3	*20*	6	4	10	*32*	1		
Eupagurus	..	..	..	..		1	*7*	3	2	5	*16*	1		
Galathea	..	..	..	..		..	..	1	3	4	*13*	..		
Hyas	..	..	..	..		..	..	1	1	2	*6*	..		
Isopoda	..	..	..	..		..	..	1	..	1	*3*	..		
Cirripedia	—	—	—	—		1	*7*	1	1	2	*6*	—		
MOLLUSCA	2	6	8	*57*		10	*67*	16	4	20	*65*	..		
Gastropoda	..	3	3	*21*		9	*60*	14	3	17	*55*	..		
Nudibranchiata	..	1	1	*7*		..	..	..	1	1	*3*	..		
Chitonidae	..	1	1	*7*		8	*53*	10	1	11	*35*	..		
Lamellibranchiata	1	2	3	*21*		1	*7*	2	3	5	*16*	—		
ECHINODERMA	1	2	3	*21*		4	*27*	16	3	19	*61*	..		
Ophiuroidea	1	2	3	*21*		2	*13*	11	3	14	*45*	..		
Echinoidea	..	..	..	..		..	..	3	..	3	*10*	..		
Crinoidea	..	..	..	..		..	..	2	..	2	*6*	..		
Holothurioidea	—	—	—	—		2	*13*	1	—	1	*3*	—		
COELENTERA	2	4	6	*43*		2	*13*	4	2	6	*19*	..		
Anthozoa	..	2	2	*14*		..	..	..	..	..	..	..		
Hydroidea	2	2	4	*29*		2	*13*	4	2	6	*19*	..		
NEMERTEA	..	1	1	*7*		..	..	4	2	6	*19*	..		
GEPHYREA	..	..	..	..		..	..	2	..	2	*6*	..		
ASCIDIAE	..	1	1	*7*		..	..	..	..	..	..	..		
POLYZOA	..	..	..	..		1	*7*	1	1	2	*6*	..		
PISCES	..	1	1	*7*		..	..	..	..	..	..	..		
ALGAE	..	..	..	..		1	*7*	1	1	2	*6*	..		

pes. (* Trawler Samples.)

*61°52′N. 6°30′W. XX22b	*61°52′N. 6°23′W. XX22b	Totals		62°00′N. 6°12′W. XX23d	62°12′N. 6°11′W. XX23d	62°00′N. 6°12′W. XX23d	Totals		62°20′N. 5°55′W. YY23a		62°34′N. 6°37′W. XX24c		*62°15′N. 7°27′W. WW23b		62°16°N. 7°32′W. WW23a	
31:8:38	29:10:38	%		91 22:5:37	105 25:5:37	110 5:7:38	%		106 4:7:38	%	145 25:5:37	%	1/5:11:38	%	110 26:5:37	%
12	14	63		79	1	17	97		5		5		13		7	
12	10	48		78	1	17	96		5		5		10		7	
11	6	33	*69*	66	1	13	80	*83*	5	*100*	5	*100*	10	*100*	7	*100*
..	1	1	*2*	10	..	2	12	*13*	4	*80*	..	..	..	..	1	*14*
..	1	3	*6*	12	..	..	12	*13*	2	*40*	3	*60*	..	..	1	*14*
11	1	17	*35*	31	1	8	40	*42*	5	*100*	5	*100*	9	*90*	7	*100*
..	..	..	..	7	..	1	8	*8*	..	..	..	..	..	..	..	..
..	1	1	*2*	34	..	3	37	*39*	..	..	..	..	1	*10*	..	..
..	1	1	*2*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	1	*2*	2	—	3	5	*5*	—		—	—	—		—	—
..	..	..	..	5	..	1	6	*6*	..	..	..	..	..	..	..	..
1	1	6	*13*	18	..	5	23	*24*	1	*20*	1	*20*	3	*30*	1	*14*
1	..	1	*2*	8	1	1	10	*10*	5	*100*	2	*40*	4	*40*	6	*86*
1	..	3	*6*	26	..	4	30	*31*	3	*60*	4	*80*	2	*20*	1	*14*
1	—	1	*2*	1	-	1	2	*2*	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	1	*2*	2	..	..	2	*2*	1	*20*	..	..	..	..	1	*14*
..	..	..	..	2	..	..	2	*2*	..	..	..	..	..	..	..	..
5	5	22	*46*	67	..	14	81	*84*	4	*80*	..	..	4	*40*	1	*14*
2	1	6	*13*	12	..	3	15	*16*	3	*60*	..	..	4	*40*	1	*14*
3	5	18	*38*	60	-	11	71	*74*	3	*60*	-	-	—	—	—	—
2	..	6	*13*	12	..	2	14	*15*	..	..	..	..	..	..	..	..
..	3	5	*10*	21	..	3	24	*25*	..	..	..	..	..	..	..	..
..	2	3	*6*	9	..	3	12	*13*	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	1	*2*	11		1	12	*13*	—	—	—	- -	-	—	—	—
12	7	34	*71*	44	1	12	57	*59*	4	*80*	..	..	1	*10*	6	*86*
3	2	9	*19*	39	1	10	50	*52*	1	*20*	..	..	1	*10*	6	*86*
2	..	4	*8*	1	..	5	6	*6*	..	..	..	..	1	*10*	1	*14*
..	1	2	*4*	26	1	7	34	*35*	1	*20*	..	..	..	..	6	*86*
11	6	28	*58*	10		6	16	*17*	4	*80*	—	—	—	—	5	*71*
..	..	2	*4*	14	..	9	23	*24*	..	..	..	..	..	..	3	*43*
..	..	2	*4*	11	..	4	15	*16*	..	..	..	..	..	..	2	*29*
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	—		5		7	12	*13*		—	—	—	—	—	1	*14*
..	2	5	*10*	18	..	2	20	*21*	2	*40*	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	2	..	1	3	*3*	2	*40*	..	..	..	..	..	..
..	2	5	*10*	16	..	1	17	*18*	..	..	..	..	..	..	..	..
1	..	1	*2*	5	..	2	7	*7*	..	..	..	..	1	*10*	1	*14*
..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	*20*	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	2	..	..	2	*2*	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	2	*4*	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	1	..	..	1	*1*	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

Appendix B.

Frequencies (F) and Numbers (N) of

	60°54′N. 8°16′W. VV20b 133-120		61°17′N. 6°58′W. XX21a 144		61°32′N. 6°28′W. XX22d 132-106		61°45′N. 6°26′W. XX22b 73		61°57′N. 6°07′W. XX22b 92-118		61 6° X
Latitude / Longitude / Area / Depth (metres)											
No. of stomachs with recognisable food	14		15		31		2		16		
Serpula vermicularis	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Hydroides norvegica	..	..	..	..	1	1	2	2	..	..	..
Pomatoceros triqueter	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Sabella pavonina	—	—	1	2	1	1	—	—	—	—	—
Chone sp.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Euchone rubrocincta	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lanice conchilega	..	..	2	3	..	..	1	1	1	1	..
Thelepus cincinnatus	—	—	1	2	16	39	—	—	—	—	—
Lysilla loveni	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..
Nicomache lumbricalis	..	..	..	..	1	2	..	..	..	..	..
Ampharete grubei	..	..	1	1	4	4	..	..	..	..	..
Pectinaria sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
Pectinaria auricoma	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Petta pusilla	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Owenia fusiformis	1	1	..	..	1	1	..	..	..	..	..
Stylarioides sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stylarioides plumosa	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Lepidonotus squamatus	..	..	..	..	1	1	..	..	3	3	..
Lagisca extenuata	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Phyllodoce sp.	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Eulalia sp.	..	..	..	..	3	3	..	..	..	..	..
Eulalia viridis	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Eunice sp.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Eunice pennata	—	—	—	—	9	13	—	—	1	1	—
Onuphis sp.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Onuphis conchylega	..	..	2	3	15	107	1	1	..	..	..
Hyalinoecia tubicola	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Nereis sp.	—	—	2	3	3	4	—	—	—	—	—
Nereis zonata	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Syllis sp.	..	..	..	..	1	2	..	..	..	..	..
Nephthys sp.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Galathea sp.	—	—	—	—	4	19	—	—	2	2	—
Galathea nexa	..	..	..	..	2	3	..	..	1	1	..
Eupagurus sp.	..	..	1	1	5	8	1	1	3	3	..
Eupagurus bernhardus	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	..
Hyas sp.	—	—	—	—	2	3	—	—	1	1	—
Hyas coarctatus	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Pandalus sp.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Tectura sp.	..	..	..	..	2	3	..	..	..	..	..
Tectura fulva	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—
Emarginula fissura	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Puncturella noachina	..	..	1	4	4	5	..	..	..	..	..
Velutina laevigata	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	..
Trochus sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trochus magus	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Pecten sp. (young)	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..
Mytilus sp.	..	..	..	..	1	1	..	..	1	1	8
Cardium fasciatum	—	—	1	2	2	9	—	—	—	—	—
Amphipholis squamata	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..
Ophiopholis aculeata	..	..	1	1	5	6	..	..	2	3	..
Ophiura albida	1	2	1	1	5	6	..	..	..	..	..
Ophiura affinis	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
Echinocyamus pusillus	..	..	..	..	2	2	..	..	..	..	..
Gobius sp.	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F

a Recognised in Stomach Contents.

61°52′N. 6°23′W. XX22b —		62°00′N. 6°12′W. XX23d 91-110		62°12′N. 6°11′W. XX23d 105		62°20′N. 5°55′W. YY23a 106		62°34′N. 6°37′W. XX24c 145		62°15′N. 7°27′W. WW23b —		62°16′N. 7°32′W. WW23a 110	
10		95		1		5		5		10		7	
..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..
1	1	8	10	..	..	2	11	2	2	..	..	1	1
..	..	7	7	..	..	1	1	..	..	..	..	..	..
—	—	6	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	..	..	..	..	2	2	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	1	1
..	..	2	3	1	1	4	5	2	2	4	9	4	10
—	—	14	30	—	—	—	—	—	—	5	7	1	1
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	35	122	..	..	..	..	..	..	1	1	..	..
—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	3	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	8	8	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	3	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
1	1	10	10	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	2	2	..	..	..	..	..	..	3	4	1	1
..	..	..	..	..	..	4	4	..	..	..	..	3	5
..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	2	5	1	1
..	..	5	5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	22	83	..	..	3	12	4	9	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	1	1	..	..	1	1	..	..	..	..	..	..
..	..	2	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	8	24	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	4	9	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	14	19	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	2	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	2	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	6	12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	7	12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	4	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	4	19	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
1	1	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	3	3	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1
..	..	5	5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N

4.

Contribution to Practical Studies in Faroe Herring.

By

Henry Wood, Aberdeen.

Previously some information on samples of herring caught in the Faroe Area has been presented, viz., in the Administrative Report of the North-Western Area for 1934 and 1937 (Rapp. et Proc.-Verb. Vol. No. 94, II, p. 14—15, 1935, and Vol. No. 107, II, p. 11, 1938) and the question was discussed at the meetings of our Committee in 1937 and 1938.

Rather few analyses on Faroe herring being available before, the following new analysis may be of some value for further studies of this little known community of herring.

During 1938 three samples of Faroe herring were obtained through the kindness of the skipper of an Aberdeen liner, who called at the Faroes for bait supplies. A summary of the analysis is given in the following tables.

Herring from the Sounds off Eide ("Eide Fjord"), 1938.

Size Distribution:

Sample No.	I	II	III
Date	Febr. 28th.	March 16th.	Nov. 5th.
21 cm	—	·7	—
22 —	3·7	8·6	—
23 —	14·6	18·2	—
24 —	28·2	21·7	2·2
25 —	22·6	20·5	10·0
26 —	15·3	13·2	19·7
27 —	10·6	10·0	29·3
28 —	4·3	6·4	27·1
29 —	·7	·5	8·9
30 —	—	—	2·2
31 —	—	—	·7
—	—	—	—
36 —	—	·2	—
Total No. of Fish	301	419	270

Maturities:

Stage I	72·1	84·0	20·0
— II	12·7	6·2	62·6
— III	8·9	2·2	16·3
— IV	6·3	6·2	·7
— V	—	·5	—
— VI	—	·7	—
— VII	—	·2	—
— VII—II	—	—	·4

Age Composition:

2 winter rings	·7	1·4	5·9
3 — —	89·1	87·0	89·6
4 — —	9·9	10·7	4·5
5 — —	·3	·7	—
—	—	—	—
11 — —	—	·2	—

Counts of vertebrae and keeled scales (K_2) were remarkably similar in all three samples, as may be seen from the next two tables.

Vertebrae:

Sample No.	I %	II %	III %
55	—	·2	1·5
56	15·2	17·5	15·6
57	65·6	63·7	61·8
58	18·6	17·7	20·4
59	·6	·9	·7
Mean ...	57·05	57·02	57·03
No. of Fish	302	418	270

Keeled Scales: K_2.

12	2·3	2·2	4·2
13	35·2	32·9	32·5
14	51·9	54·8	51·6
15	10·6	9·9	11·7
16	—	·2	—
Mean ...	13·71	13·73	13·71
No. of Fish	301	411	264

According to these results, the herring examined consisted mainly, if not exclusively, of *spring spawning herring*, characterised by a *relatively high number of vertebrae and a very low number of keeled scales.*

Comparison with the large herring which spawn in February and March on the slope north and north-west of Shetland is instructive. Many samples of these Shetland spring spawners have been examined and the extreme range in the mean number of vertebrae has been from 56·95 to 57·03 and of the K_2 from 13·86 to 13·93. The mean K_2 of the Faroe spring spawners is significantly lower — the lowest so far recorded in the Scottish investigations — and it will be recognised that again this character has a special value in the distinguishing of different communities within the same race.

5.

First Annual Report on Vertical Log Observations in the Southern North Sea and Eastern English Channel.

By

J. N. Carruthers
(Fisheries Laboratory, Lowestoft).

NOTE: The following paper was written for publication here to meet the requirements of a recommendation which is duly quoted.

In Volume CVII of this series issued a year ago, I published a paper entitled:—"Continuous Current Measuring from Lightvessels—Review of Progress, with Results for a third Winter—1937/38." That paper made reference to two earlier ones on the same subject published in the two immediately preceding years, and it concluded with the following words:—"It is not proposed to publish another paper on this subject next year; workers who find the data of interest and use, will be able to obtain them on application." By long-standing arrangement, it was intended to publish bald summaries of the observations in the pages of the Bulletins Hydrographiques of future years. That course is now no longer possible as the result of decisions taken when the future content of the Bulletin was discussed recently. The data have proved of sufficient interest for requests to be sent in for them, and to minimise the clerical trouble of meeting such requests from time to time, a convenient arrangement has been made. Monthly summary sheets are sent as a routine matter to certain addresses, and an exchange of data is maintained between the Lowestoft Laboratory and Dr. J. van Veen, Chief Engineer of the Rijkswaterstaat's appropriate department at The Hague. By courtesy of Dr. van Veen, I am able to place the results of Dutch continuous measurements made with the Vertical Log aboard several lightvessels, at the disposal of readers of this present paper. The position concerning future publication of the non-stop current data here in question, is governed by a recommendation adopted at the Council's meeting in May 1938. The relevant passages (from Part I of Volume CVII) of the Rapports et Procès-Verbaux follow, and the present paper is their outcome.

"Le Professeur Schulz propose que les mesures de courant prises à bord des bateaux-phare avec le loch vertical . . . . . fassent objet d'un rapport . . . . . et soient publiés dans le Rapport Administratif." This gave rise to a recommendation as follows:—

"Il est recommandé que les mesures de courant et les valeurs moyennes des courants observés,—surtout à bord des bateaux-phares,—ne soient pas incorporées dans le Bulletin mais soient publiées avec quelques commentaires dans le Rapport Administratif."

The present writer was appointed to do the reporting.

These quotations amply explain the appearance of the present report, but it has necessarily required some thought to decide how best to meet the requirements of the recommendation. Presumably, if the proposed "Annales Biologiques" comes into existence, such data as those here in question would go into its pages from year to year. All things considered, it seems inevitable that the present paper must be made sufficiently comprehensive to provide a back ground adequate to permit the required comments concerning year-to-year variations to be made. There is an obvious need to set down whatever data we present below, in a form which makes easy the addition of new results from year to year, and which facilitates the comments asked for by the recommendation.

With these desiderata in mind, it has been decided to restrict attention to monthly summaries, and to set these down in a manner which will let any reader who so desires, strike average values for whatever groups of months may interest him with the least possible trouble. The material with which we shall be concerned, consists entirely of results coming from the continuous operation of Vertical Logs aboard lightships. The working depth aboard the English lightvessels (and the French one too) is in all cases about $1^1/_2$ fathoms. From the Dutch lightships the observations are made at the depth of 10 metres.

Varne Lightvessel*).

Month and Year	Mileage Run (Daily Averages) of the Tidal Streams towards stated Octants of the Compass									Residual Current		Residual Wind		Average Wind Strength
	NNW. NNE. N.	NNE. ENE. N.E.	ENE. ESE. E.	ESE. SSE. S.E.	SSE. SSW. S.	SSW. WSW. S.W.	WSW. WNW. W.	WNW. NNW. N.W.	All					
March 1938....	0·46	9·40	0·27	0·06	0·13	7·11	1·21	0·03	18·67	2·1	N. 9°E.	3·6	S.48°W.	7·7
April —	0·44	7·56	0·50	0·12	0·17	10·82	0·67	0·16	20·44	3·2	S.40°W.	6·2	N.15°E.	11·4
May —	0·06	11·84	0·07	0·04	0·01	9·94	0·03	0·02	22·01	2·0	N.34°E.	1·7	N. 8°W.	9·7
June —	0·05	11·17	0·01	0·00	0·04	7·55	0·05	0·01	18·88	3·6	N.33°E.	8·0	S.41°W.	10·6
July —	0·07	15·07	0·02	0·02	0·00	9·40	0·03	0·01	24·62	5·8	N.34°E.	6·2	S.35°W.	8·9
August —	0·02	13·52	0·03	0·02	0·00	10·81	0·02	0·03	24·45	2·7	N.34°E.	2·4	S.87°W.	7·9
September —	—	9·11	0·01	0·01	—	7·71	—	0·01	16·85	1·4	N.34°E.	1·8	S.55°W.	9·1
October —	0·09	9·32	—	0·00	—	6·11	0·01	0·02	15·55	3·3	N.33°E.	11·2	S.54°W.	16·9
November —	—	10·46	—	—	—	5·43	0·00	0·00	15·89	5·0	N.34°E.	12·3	S.47°W.	15·6
December —	—	10·77	—	—	—	6·94	—	—	17·71	3·8	N.34°E.	4·4	S. 9°E.	16·0
Mean...	0·12	10·82	0·09	0·03	0·04	8·18	0·20	0·03	19·51	2·6	N.31°E.		N.W.O.	N.W.O.
January 1939....		11·77				6·86			18·63	4·9	N.34°E.	7·6	S.36°W.	17·2
February —		10·56				7·69			18·25	2·9	N.34°E.	7·7	S.42°W.	12·8
March —		8·04				7·70		0.06	15·80	0·3	N.25°E.	5·2	N.33°W.	14·3

*) Concerning the entries in the last three columns, see page 40 (bottom — right). In this and the four following tables, the pairs of three-letter directions above the mileage run columns denote the magnetic compass limits of the octants. The row beneath gives the magnetic directions upon which the latter are centred.

Acknowledgement is made once more of kind co-operation on the part of the Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes in the case of the Sandettié measurements. A Vertical Log in use from the Horns Rev lightship is worked as part of a programme under the direction of Dr. Å. V. TÅNING. With the exceptions of the Sandettié, Galloper, and Horns Rev lightvessels, the observing is in train all the year round and without any break on account of bad weather. From the three named light-vessels the observing is done only during the Winter months. The three months December, January, and February, hold most of immediate interest to fishery research workers in the southern North Sea—for obvious enough reasons. We shall below bring together the results for the past three winters so that those for Winter 1938/39 may be compared with them. It is desirable to do this both in the interest of easy future additions, and because they have not hitherto been made available in the form in which they appear below. By tabulating the mean daily run of the streams towards the various cardinal and intercardinal direction-sectors, we put the data into a form which permits them to be averaged at wish with facility. In the cases of the lightships from which observing goes on all the year round, it has been thought necessary to present the monthly summaries for the whole time that the Vertical Log has been in use. This done and only thus, the present paper will serve as the starting point for the annual reports required by the recommendation mentioned above.

Attention should be drawn to the portion of a Dutch graph which appeared at the end of my last year's paper. It portrayed for each day of November and December 1937, more or less all the details concerning wind at and water movement past the Maas lightship, which one could wish to know. Such a graph for an entire year and showing even more detail has since been prepared by Dr. VAN VEEN, and its existence should be made known to those interested in the water movements along the continental coast. It is not known whether such an all-year graph will be prepared every year by the Rijks-waterstaat, nor whether, if it is, it will be extended to the other lightvessels from which the Dutch observations are made.

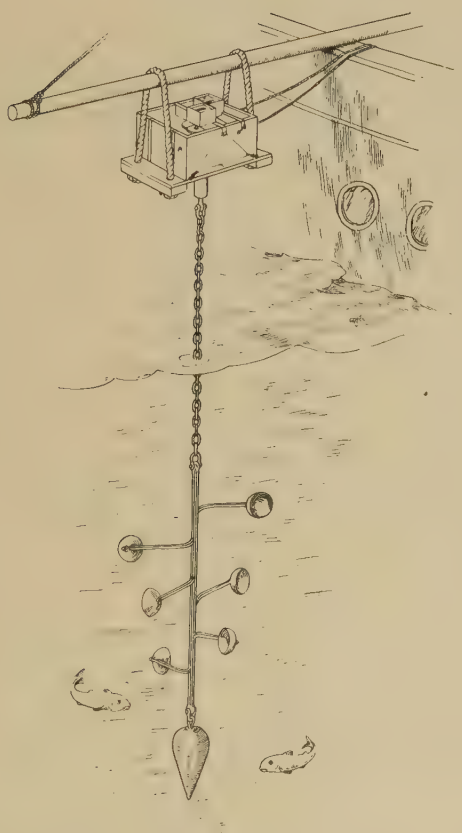
A new departure on the part of Dr. VAN VEEN's office is the preparation each month of a small chart of the southern North Sea, showing at the position of each lightship engaged in the work (not only Dutch) arrows representing average water flow and average wind flow. It has been remarked that such charts constitute fitting material for the future Biological Annals.

The Instrument.

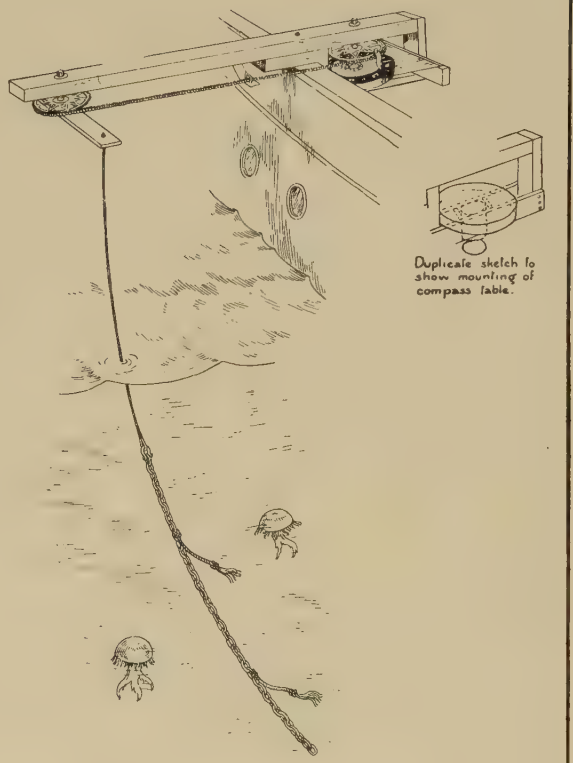
More Vertical Logs have come into existence since last year, and the instrument has quite definitely taken on its final form—at any rate so far as the Lowestoft Laboratory is concerned. What this is, can be seen from the diagram which accompanies this paper. It should be mentioned however, that when the makers recently supplied two of the instruments to a certain purchaser, they incorporated various improvements and refinements which make for convenience but are not really essential, and which do not therefore figure in the accompanying illustration.

The under-water part is seen to be the same as

~ Final Form of ~ The Vertical Log Current-Meter.



Measuring Unit.



Direction-Viewing Unit.

that described last year as being in use from the Dutch lightvessels. As to the registering part:— one of the large counters is now used for the main flood direction and another for the main ebb direction—besides that one employed as a totaliser. The direction-viewing unit has been improved by the use of bicycle chain in place of cord. No further modifications whatsoever are contemplated. It has now become a matter of pure routine to receive from lightships, monthly batches of records covering almost every day of the month. Upkeep costs are quite negligible—so much so that from some ships, nothing at all in the way of supplies has been asked for in the course of a whole year.

Records Available.

It is expected that in future reports, it will be possible to discuss any noteworthy features of the surface currents (actually sub-surface) off the Yorkshire coast. This project should be of interest as promising to reveal changes on the part of the main south-going stream off the English coast. It will be possible as the result of experience gained from monthly liberations of Route-Indicating bottle systems along a line stretching out from Flamborough Head. In the present paper however, attention is restricted to non-stop observations made aboard lightvessels with the Vertical Log.

Cromer Knoll Lightvessel.

Month and Year	Mileage Run (Daily Averages) of the Tidal Streams towards stated Octants of the Compass									Residual Current		Residual Wind		Average Wind Strength
	NNW. NNE. N.	NNE. ENE. N.E.	ENE. ESE. E.	ESE. SSE. S.E.	SSE. SSW. S.	SSW. WSW. S.W.	WSW. WNW. W.	WNW. NNW. N.W.	All					
August 1936....	1·65	0·06	0·64	9·95	0·32	0·11	0·27	8·02	21·02	1·7	N.81°E.	3·8	S.72°W.	6·5
September —	0·91	0·17	0·71	10·68	0·22	0·19	0·28	9·74	22·90	1·1	N.78°E.	2·3	N. 8°W.	12·1
October —	0·31	0·22	0·42	11·12	0·39	0·27	0·33	9·75	22·81	1·5	S.54°E.	9·5	N.69°W.	18·8
November —	0·53	0·16	0·31	8·89	0·24	0·15	0·19	8·64	19·11	0·3	N.58°E.	5·6	S.67°W.	15·3
December —	0·28	0·21	0·26	10·50	0·14	0·12	0·13	9·00	20·64	1·5	S.67°E.	13·3	S.60°W.	18·4
Mean...	0·74	0·16	0·47	10·23	0·26	0·17	0·24	9·03	21·30	1·1	S.81°E.		N.W.O.	N.W.O.
January 1937....	0·24	0·18	0·27	11·52	0·19	0·16	0·21	10·60	23·37	0·9	S.62°E.	7·5	S. 3°W.	18·5
February —	0·34	0·27	0·47	11·68	0·18	0·11	0·22	10·03	23·30	1·8	S.71°E.	9·6	S.64°W.	16·6
March —	0·19	0·14	0·24	10·85	0·29	0·28	0·37	10·25	22·61	0·6	S.28°E.	1·8	N.13°W.	14·1
April —	0·17	0·13	0·17	10·56	0·22	0·18	0·23	9·79	21·45	0·8	S.46°E.	3·3	N.30°W.	9·7
May —	0·17	0·09	0·14	10·08	0·16	0·18	0·20	10·13	21·15	0·2	S.75°W.	1·0	S.76°E.	7·4
June —	0·15	0·09	0·16	11·16	0·15	0·17	0·12	10·46	22·46	0·7	S.52°E.	3·5	N.84°W.	8·4
July —	0·18	0·14	0·18	10·89	0·17	0·12	0·17	10·10	21·95	0·8	S.58°E.	4·1	S.85°W.	9·4
August —	0·14	0·11	0·17	9·10	0·22	0·19	0·18	8·79	18·90	0·4	S.34°E.	1·9	N.51°W.	7·6
September —	0·19	0·15	0·18	8·96	0·16	0·13	0·13	8·63	18·53	0·3	S.68°E.	5·7	N.84°W.	13·8
October —	0·14	0·11	0·15	8·34	0·16	0·15	0·16	8·25	17·46	0·1	S.21°E.	1·9	N.13°E.	13·3
November —	0·18	0·13	0·16	7·55	0·13	0·12	0·18	7·38	15·83	0·1	S.73°E.	2·2	N.35°W.	14·3
December —	0·19	0·13	0·20	9·23	0·24	0·20	0·30	9·34	19·83	0·2	S.74°W.	2·3	N.51°W.	12·6
Mean...	0·19	0·14	0·21	9·99	0·19	0·17	0·21	9·48	20·58	0·5	S.53°E.		N.W.O.	N.W.O.
January 1938....	0·23	0·22	0·27	9·23	0·17	0·14	0·16	8·10	18·52	1·2	S.66°E.	11·0	S.81°W.	17·6
February —	0·18	0·11	0·14	7·56	0·18	0·13	0·18	7·55	16·03	0·04	S.52°W.	3·0	N.12°W.	19·1
March —	0·17	0·18	0·33	7·88	0·08	0·07	0·09	6·24	15·04	1·8	S.67°E.	8·2	S.69°W.	10·5
April —	0·16	0·14	0·14	7·48	0·21	0·15	0·18	7·00	15·46	0·5	S.47°E.	9·2	N.18°W.	13·0
May —	0·15	0·14	0·16	8·19	0·16	0·17	0·17	8·10	17·24	0·1	S.29°E.	1·9	N.24°E.	12·9
June —	0·12	0·10	0·15	6·80	0·08	0·07	0·08	6·25	13·65	0·6	S.67°E.	7·2	S.66°W.	10·3
July —	0·12	0·12	0·18	11·55	0·12	0·10	0·12	10·98	23·29	0·6	S.61°E.	4·9	S.51°W.	8·3
August —	0·17	0·13	0·17	12·20	0·23	0·20	0·24	11·45	24·79	0·8	S.44°E.	3·2	N.50°W.	9·2
September —	0·13	0·11	0·15	9·49	0·16	0·12	0·14	8·73	19·03	0·8	S.54°E.	2·0	S.57°W.	8·4
October —	0·15	0·14	0·19	8·61	0·06	0·06	0·07	7·78	17·06	0·9	S.71°E.	12·5	S.65°W.	16·7
November —	0·10	0·09	0·12	7·90	0·06	0·05	0·07	6·82	15·21	1·1	S.62°E.	12·9	S.54°W.	15·6
December —	0·15	0·13	0·17	8·34	0·17	0·14	0·16	7·86	17·12	0·5	S.54°E.	2·9	S. 1°E.	17·1
Mean...	0·15	0·13	0·18	8·77	0·14	0·12	0·14	8·07	17·70	0·7	S.60°E.		N.W.O.	N.W.O.
January 1939....	0·19	0·20	0·22	10·30	0·17	0·19	0·21	9·73	21·21	0·6	S.60°E.	2·7	S.54°W.	17·3
February —	0·27	0·28	0·34	11·36	0·13	0·11	0·14	10·80	23·43	0·7	Due E.	9·5	S.54°W.	13·1

No account is taken of earlier work done with other instruments. A starting-point had to be chosen, and the time of commencement of the use of the Vertical Log is the best one which suggests itself for a variety of reasons. Identical data will presumably go on coming in for all future years, and the results are just as acceptable for times of very wild weather as for times of calm. This claim could not be advanced with complete confidence for long-continued earlier series of observations made with another instrument.

A few explanatory remarks concerning the tables presented are necessary, but they do not apply to the Dutch data. Entries under "Residual Current" are to be read as sea-miles *per* lunar day towards true directions. The entries under "Residual Wind" represent miles *per* hour from true directions, and they result from computing the vector average of some 240 observations of wind made aboard the lightvessel concerned. The basic observations were personal estimates of direction and strength (Beaufort Scale) made eight times each day as a routine service duty incumbent upon the Master. A column has been added to accommodate information regarding actual wind speed. Clearly, the value for Residual Wind does not of necessity reveal anything as to what strengths of wind actually blew:—the same

Royal Sovereign Lightvessel.

Month and Year	Mileage Run (Daily Averages) of the Tidal Streams towards stated Octants of the Compass									Residual Current		Residual Wind		Average Wind Strength
	NNW. NNE. N.	NNE. ENE. N.E.	ENE. ESE. E.	ESE. SSE. S.E.	SSE. SSW. S.	SSW. WSW. S.W.	WSW. WNW. W.	WNW. NNW. N.W.	All					
July 1936....	0·19	7·39	3·02	0·27	0·60	2·76	2·63	0·11	16·97	4·7	N.43°E.	11·8	S.43°W.	15·0
August —	0·02	4·53	5·87	0·16	0·03	5·42	3·51	0·02	19·56	2·0	S.79°E.	3·8	S.75°W.	9·8
September —	0·01	1·46	5·71	0·26	0·28	2·61	3·07	0·10	13·50	2·3	S.70°E.	1·7	S.78°W.	11·8
October —	—	0·84	6·04	0·23	0·34	4·89	1·52	0·02	13·88	3·8	S.39°E.	5·4	N.76°W.	16·2
November —	—	1·85	8·61	0·01	0·14	6·49	1·64	—	18·74	5·1	S.58°E.	6·0	S.81°W.	18·1
December —	—	0·58	8·84	—	—	7·34	0·26	—	17·02	6·1	S.50°E.	11·8	S.57°W.	18·1
Mean...	0·04	2·78	6·35	0·16	0·23	4·92	2·10	0·04	16·62	3·3	S.69°E.	N.W.O.		N.W.O.
January 1937....	—	0·06	10·50	—	—	7·09	0·06	—	17·71	7·4	S.58°E.	9·4	S.16°W.	19·4
February —	—	0·09	10·71	—	—	7·39	—	—	18·19	7·6	S.58°E.	12·6	S.70°W.	20·3
March —	—	0·13	9·25	0·10	0·01	9·21	0·01	—	18·71	7·1	S.35°E.	1·5	S.89°E.	16·2
April —			11·24			8·57			19·81	8·0	S.52°E.	2·5	S.61°W.	11·4
May —			10·75			8·81			19·56	7·7	S.47°E.	1·2	N.48°E.	8·4
June —			10·56			8·71			19·27	7·6	S.47°E.	3·1	S.63°W.	7·6
July —			8·72			6·88			15·60	6·2	S.49°E.	6·6	S.61°W.	11·8
August —			6·57			5·27			11·84	4·7	S.48°E.	1·3	N.56°W.	8·7
September —			10·01			8·40			18·41	7·2	S.45°E.	4·0	S.80°W.	11·3
October —			8·71			8·60			17·31	6·6	S.34°E.	2·1	N.77°E.	12·4
November —			8·77			9·08			17·85	6·8	S.31°E.	10·4	Due E.	10·4
December —			9·03			7·47			16·50	6·5	S.47°E.	0·3	N. 1°E.	15·5
Mean...	—	0·02	9·57	0·01	0·00	7·96	0·01	—	17·57	6·9	S.46°E.	N.W.O.		N.W.O.
January 1938....			9·93			6·80			16·73	7·0	S.58°E.	15·0	S.60°W.	21·2
February —			10·08			9·25			19·33	7·4	S.39°E.	1·8	N.51°E.	19·1
March —			9·03			8·42			17·45	6·7	S.38°E.	4·2	S.60°W.	8·2
April —			8·90			9·33			18·23	7·0	S.30°E.	5·5	N.12°E.	11·1
May —			10·14			9·01			19·15	7·4	S.42°E.	0·9	N.76°W.	11·1
June —			11·04			8·08			19·12	7·8	S.54°E.	9·3	S.55°W.	11·9
July —			11·48			7·91			19·39	8·1	S.57°E.	8·7	S.53°W.	11·1
August —			9·62			8·16			17·78	6·9	S.45°E.	2·4	S.59°W.	9·1
September —			7·73			5·64			13·37	5·5	S.54°E.	1·6	S.30°W.	8·9
October —			9·65			5·75			15·40	6·9	S.65°E.	12·2	S.57°W.	18·4
November —....			8·50			5·29			13·79	6·1	S.63°E.	14·5	S.46°W.	18·7
December —			7·17			5·59			12·76	5·1	S.50°E.	3·2	S.18°W.	18·2
Mean...			9·44			7·44			16·88	6·7	S.49°E.	N.W.O.		N.W.O.
January 1939....			7·76			5·54			13·30	5·5	S.55°E.	9·9	S.28°W.	19·3
February —			7·18			4·99			12·17	5·1	S.57°E.	8·3	S.51°W.	13·4
March —														

entry could result from (1) there having been nothing but a gentle wind blowing all the time from one direction, or (2) strong winds blowing first from one direction and then from the opposite direction or (3) winds of varying strength blowing from all points of the compass during the month. In the column in question, the entries show what was the average speed in miles *per* hour of all the winds recorded without reference to direction. There was however, a conversion from Beaufort numbers to miles *per* hour carried out first.

For whole years no average values for entry in the two wind columns were computed. The symbols "N. W. O." stand for "Not Worked Out", and "N.A." for "Not Available".

As to water movements:—the entries under N., N.E., ... and so on, give, in the form of daily averages, what mileage run of the streams there was towards the octants indicated. All directions within the octants have been arbitrarily referred to the middle ones in the computation of "Residual Current". The presentation of the data in the form adopted, is to

Sandettié Lightvessel.
(Observations made during Winter only.)

Month and Year	Mileage Run (Daily Averages) of the Tidal Streams towards stated Octants of the Compass									Residual Current		Residual Wind	Average Wind Strength
	NNW. NNE. N.	NNE. ENE. NE.	ENE. ESE. E.	ESE. SSE. S.E.	SSE. SSW. S.	SSW. WSW. S.W.	WSW. WNW. W.	WNW. NNW. N.W.	All				
December 1935....	0·14	12·57	0·08	0·20	6·34	5·68	0·03	0·01	25·05	5·3	S.84°E.	N. A.	N. A.
January 1936....	0·12	13·42	0·07	0·00	0·21	10·34	0·00	0·00	24·16	3·1	N.37°E.	—	—
February —	0·32	10·83	0·01	—	0·12	9·51	0·00	—	20·79	1·5	N.30°E.	—	—
Mean for Winter 1935/36	0·19	12·27	0·05	0·07	2·22	8·51	0·01	0·00	23·32	2·8	N.68°E.	—	—
December 1936....	0·12	13·25	0·40	0·03	0·36	11·66	0·23	—	26·05	1·6	N.47°E.	—	—
January 1937....	0·13	15·56	0·22	0·30	0·07	8·73	0·79	0·10	25·90	6·5	N.33°E.	—	—
February —	0·06	13·57	0·05	0·04	0·42	10·39	0·20	0·01	24·74	2·8	N.39°E.	—	—
Mean for Winter 1936/37	0·10	14·13	0·22	0·12	0·28	10·26	0·41	0·04	25·56	3·6	N.36°E.	—	—
December 1937....	0·03	11·97	0·29	0·18	0·13	12·17	0·09	0·10	24·96	0·3	S.32°E.	—	—
January 1938....	0·00	12·96	0·09	0·19	0·04	12·54	0·02	0·00	25·84	0·5	N.66°E.	—	—
February —	0·05	12·09	0·15	0·02	0·38	13·39	0·07	0·00	26·15	1·5	S.23°W.	—	—
Mean for Winter 1937/38	0·03	12·34	0·18	0·13	0·18	12·70	0·06	0·03	25·65	0·5	S. 3°E.	—	—
December 1938....	0·05	12·63	0·03	—	0·13	12·75	0·13	—	25·72	0·2	S.38°W.	—	—
January 1939....	—	13·53	0·07	0·01	0·09	11·25	0·06	—	25·01	2·2	N.37°E.	—	—
February —	—	14·39	..	..	..	12·86	..	—	27·25	1·5	N.35°E.	—	—
Mean for Winter 1938/39	0·02	13·52	0·03	0·00	0·07	12·29	0·06	—	25·99	1·2	N.36°E.	—	—

facilitate easy averaging over groupings of months in which individual readers may be particularly interested.

The Dutch data are set down in a manner which is sufficiently self-explanatory and thanks are due to Dr. VAN VEEN for kindly supplying them and permitting them to be published here. At the time of writing, no data from the Danish Horns Rev lightship were available. It is hoped that when the next report is published, it will be possible to present records from a Belgian lightvessel as well. Such extra data would be very useful indeed as will be realised from what is said below.

Results from Vertical Log Observations aboard Dutch Lightships.

Note on Units.

The data received from Dr. VAN VEEN were expressed in kilometres *per* tide. It has been considered that for presentation here, there is no need to go to the trouble of converting them into sea-miles *per* lunar day which are the units used in the English tabulations. His values need to be increased by 8 *per cent.* only to convert them into the English units. In the Dutch tables the entries under "Flood Run", under "Ebb Run" and under "Drift", are to be read as kilometres *per* tide. The expression "Drift" is equivalent to our "Residual Current", and the values for run of the streams are given for the convenience of averaging the results into groups of months.

Abbreviations. The directions of streams and drift are expressed clockwise round the compass from 0° to 360°. They were thus expressed when the data were received and they are true directions.

Comments.

The recommendation of the Hydrographical Committee asked that the writer should comment on the results set down in the annual reports it called for. It may be possible in future years to supply such comments, but in the case of this first yearly report, there has been a rush to work up the lightship records in time to get them away by the date given for despatch of the report to Copenhagen. It was considered necessary to wait until the records for February 1939 were to hand so that the spawning season could be covered. Attention is drawn to the data relating to the various winters embraced by the tables, and the hope is entertained that they will

Galloper Lightvessel.
(Observations made during Winter only.)

Month and Year	Mileage Run (Daily Averages) of the Tidal Streams towards stated Octants of the Compass									Residual Current		Residual Wind		Average Wind Strength
	NNW. NNE. N.	NNE. ENE. N.E.	ENE. ESE. E.	ESE. SSE. S.E.	SSE. SSW. S.	SSW. WSW. S.W.	WSW. WNW. W.	WNW. NNW. N.W.	All					
December 1935....	1·41	9·61	0·46	0·00	0·07	10·92	1·04	0·33	23·84	1·9	N.80°W.	N. A.		N. A.
January 1936....	0·02	11·36	0·08	0·10	0·20	12·53	0·11	—	24·40	1·3	S.26°W.	—		—
February —	—	10·65	0·03	0·32	0·37	10·95	0·32	—	22·64	0·9	S. 9°W.	—		—
Mean for Winter 1935/36	0·48	10·54	0·19	0·14	0·21	11·47	0·49	0·11	23·63	1·0	S.56°W.	—		—
December 1936....	0·59	10·23	0·11	0·09	0·44	11·27	0·49	0·01	23·23	1·2	S.49°W.	10·2	S.53°W.	18·9
January 1937....	0·19	9·60	0·15	0·24	0·59	13·19	0·22	0·02	24·20	3·9	S.28°W.	9·5	S. 4°E.	20·7
February —	0·09	10·40	0·01	0·07	0·18	12·94	0·20	0·03	23·92	2·7	S.36°W.	11·7	S.56°W.	21·0
Mean for Winter 1936/37	0·29	10·08	0·09	0·13	0·40	12·47	0·30	0·02	23·78	2·6	S.34°W.	N.W.O.		N.W.O.
December 1937....	0·16	10·90	0·09	0·04	0·32	10·87	0·11	0·12	22·61	0·1	S.27°W.	1·4	N.49°W.	15·8
January 1938....	0·25	11·72	0·13	0·02	0·15	10·46	0·14	0·15	23·02	1·3	N.26°E.	11·8	S.68°W.	19·2
February —	0·18	9·98	0·09	0·09	0·15	11·88	0·18	0·28	22·83	2·0	S.43°W.	3·3	N. 1°E.	21·0
Mean for Winter 1937/38	0·20	10·87	0·10	0·05	0·21	11·07	0·14	0·18	22·82	0·3	S.68°W.	N.W.O.		N.W.O.
December 1938....	0·23	11·92	0·20	0·04	0·07	10·63	0·19	0·18	23·46	1·4	N.25°E.	6·3	S. 1°W.	20·6
January 1939....	0·11	12·87	0·18	0·08	0·03	11·40	0·11	0·21	24·99	1·6	N.30°E.	7·1	S.28°W.	20·7
February —	0·10	12·56	0·10	0·01	0·10	11·66	0·08	0·08	24·69	0·9	N.31°E.	9·9	S.47°W.	15·8
Mean for Winter 1938/39	0·15	12·45	0·16	0·04	0·07	11·23	0·13	0·16	24·39	1·3	N.28°E.	N.W.O.		N.W.O.

be of use to those whose concern it is to study the fortunes of plaice and herrings. For the rest, it is held to be a matter for satisfaction that the data set down above are now in a convenient published form which will provide a background against which to discuss future findings. It should be remarked that averages for certain Winters at the Galloper and Sandettié lightvessels were given in earlier papers. Where small differences exist between those and the values now presented, it is because the constituent data for sub-periods have been rounded off to a slightly different extent.

It is expected that future additions to the present body of data (with relevant discussion) will appear in the new annual expected to be issued by the Council.

A remark which is called for, is to the effect that whilst observations aboard the Varne show what flow of water takes place through the Straits of Dover, they do not permit easy assumptions to be directly made concerning the direction of onward flow of that water up the Southern Bight. Clearly, one needs to refer to the results from the other lightships to fill in the picture at all. Winds from the S.E. quadrant *may* be associated with a Varne flow little different from that taking place under S.W.'ly wind conditions. The circulation in the Southern Bight would be very different in the two cases, and that is why it is very desirable to have at one's disposal records from the Sandettié all the year round.

It is clear that the projected observations aboard the West Hinder lightvessel under the sponsorship of Professor Gibson, would be of very great use indeed.

Maas Lightvessel.

Year	Month	Flood Run	Flood Direction	Ebb Run	Ebb Direction	Drift	Drift Direction
1937	$^{23}/_{6}$—$^{1}/_{8}$	10·3	52½°	8·3	238½°	2·2	29°
—	August	10·0	,,	8·8	,,	1·7	21°
—	September	8·0	,,	6·8	,,	1·4	29°
—	October	7·6	,,	5·9	,,	1·7	36°
—	November	9·0	,,	8·0	,,	1·2	18°
—	December	9·6	,,	6·9	,,	2·7	42°
1938	January	8·1	61°	6·1	239°	2·0	65°
—	February	7·3	49°	7·8	242°	1·8	311°
—	March	7·4	54°	6·8	239°	0·8	10°
—	April	7·2	63°	8·7	235°	1·9	201°
—	May	7·9	56°	7·2	239°	0·8	27°
—	June	8·3	58°	6·2	240°	2·2	55°
—	July	8·0	58°	6·8	240°	1·2	46°
—	August	8·9	54°	8·5	238°	0·8	350°
—	September	7·7	51°	5·9	242°	2·2	19°
—	October	9·0	49°	8·2	240°	1·6	353°
—	November	10·2	52°	7·7	244°	3·2	21°
—	December	9·9	43°	8·5	249°	4·4	344°
1939	January	10·4	53°	8·2	250°	3·4	11°
—	February	8·8	52°	7·4	246°	2·5	4°
—	March						

Terschelling Bank Lightvessel.

Year	Month	Flood Run	Flood Direction	Ebb Run	Ebb Direction	Drift	Drift Direction
1938	$^{10}/_{6}$—$^{1}/_{7}$	12·4	59°	6·6	257°	6·4	40°
—	July	12·2	49°	5·3	255°	7·8	31°
—	August	10·4	58°	7·7	252°	3·5	25°
—	September	9·8	55°	6·5	251°	4·0	28°
—	October	11·6	59°	4·3	260°	7·7	48°
—	November	10·8	52°	4·0	261°	7·6	37°
—	December	10·3	50°	6·3	269°	6·7	13°
1939	January	10·9	48°	5·5	255°	6·6	25°
—	February	7·7	54°	4·7	259°	4·0	24°
—	March						

North Hinder Lightvessel.

Year	Month	Flood Run	Flood Direction	Ebb Run	Ebb Direction	Drift	Drift Direction
1938	August	12·9	54°	9·0	220°	4·7	81°
—	September	10·3	53°	8·0	226°	2·5	75°
—	October	10·4	53°	5·7	223°	4·9	64°
—	November	10·4	56°	6·4	240°	4·0	49°
—	December	8·5	52°	5·8	232°	2·7	51°
1939	January	8·4	55°	4·9	236°	3·5	52°
—	February	7·4	52°	5·1	234°	2·3	48°
—	March						

Haaks Lightvessel.

Year	Month	Flood Run	Flood Direction	Ebb Run	Ebb Direction	Drift	Drift Direction
1938	September	7·0	26°	7·2	216°	1·3	292°
—	October	10·8	39°	5·6	206°	5·6	53°
—	November	8·2	32°	4·6	202°	3·7	44°
—	December	7·3	21°	5·9	220°	2·6	334°
1939	January	8·0	23°	5·2	217°	3·2	0°
—	February	7·7	22°	5·4	210°	2·4	6°
—	March						

Addendum

Results from the Horns Rev Lightship have been kindly forwarded by Dr. Å Vedel Tåning since the above article was written. For certain reasons the work was not in train during December, but the results for January and February, 1939, were as follows: —

January 1939:— 3·9 sea-miles *per* lunar day towards NNW.

February 1939:— 3·7 sea-miles *per* lunar day towards NNW.

6.

Observations on the Herring Population in the Flemish Bight and the Eastern Part of the Channel in the Winter 1938—1939.

By

J. J. Tesch ('s Gravenhage).

This winter we have examined samples of herring caught by drift-nets and regularly sent from October, 1938, to end of January, 1939. In October and November supplies came from the East Anglian fisheries, and from the eastern part of the Channel, somewhat beyond Cape Gris-Nez, in the following period.

As usual each sample contained about 200 fish, and the routine observations on length, maturity, age and race were made. In all some 2600 fish were examined.

The early East Anglian season was not favourable, in so far that small fishes were very much in the majority. November, however, brought the larger and older herrings. In the southern region beyond Cape Gris-Nez a similar succession was observed: December yielded an abundance of small herrings but these decreased but slightly in number from the beginning of the new year onwards; thus, the whole fishery season was largely dominated by these small fishes.

Length. The mean length of the entire material was 25·31 cm. as against 25·43 cm. in the previous winter. The latter one already records a decreasing average length (see Fig. 1 in which the length-frequency is given during the last four winters) and would

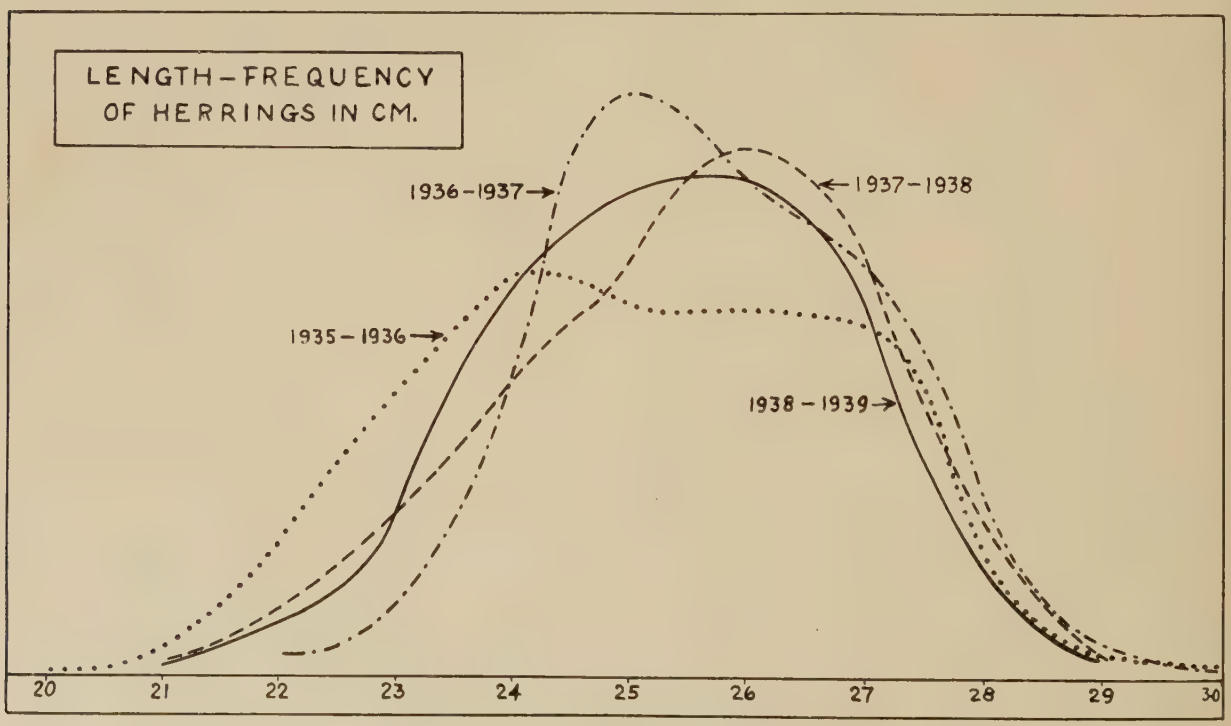


Figure 1.

seem to indicate a slight rejuvenation of the stock; but we noted already last year that the average length of our herrings in the eastern part of the Channel was then notably less than in the Flemish Bight, a difference confirmed by this year's observations. In the latter region the average length was 25·73 cm., in the Channel much lower, viz., 24·90 cm. This again raises the question whether the difference is due to the drift-nets used or to natural causes.

The length-frequencies (in thousands) in the last three winters were as follows:

Table 1.

cm	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1936—37	—	10	34	146	279	234	196	82	15	3
1937—38	8	48	84	142	184	251	199	72	11	1
1938—39	6	26	86	186	222	238	176	54	6	—

Age. Age-assessments from scales should throw some light on the concentration of the herrings round the intermediate sizes of 24 and 25 cm., as demonstrated in Table 1, during the last season. The mean age was now 5·16 as against 5·28 in the winter before, and this small difference is to be explained by a considerable failing of the "threes", of the year 1935[1]).

of the shoals took place, and it is indeed a matter of importance to know what other investigations on this winter fishing have recorded. From notices in British periodicals of last autumn it could be learned that the East-Anglian fishing was characterized by a large abundance of small herrings, so large that the fishery on several occasions was temporarily stopped.

Table 2 (c) shows very clearly that the younger year-classes appeared first in the catches and that the older ones came later. As the Flemish Bight was fished in October—November, the Channel, just beyond Cape Gris-Nez, in December—January, this succession of the year-classes in both regions is strongly pronounced, even in such a way that the end of the fishing in the Flemish Bight was characterized by the fact that the "fours" were temporarily outnumbered by the "sixes".

Watching the relative abundance of the various year-classes since their first appearance and the

Table 2.

Age	3	4	5	6	7	8	9	10+
Year of birth	1935	1934	1933	1932	1931	1930	1929	1928—
a) Whole Period	4·0	43·0	16·7	20·1	8·7	1·5	5·1	0·9
b) Flemish Bight	1·4	40·2	19·7	18·8	10·9	1·5	6·2	1·3
beyond Cape Gris-Nez	7·1	46·1	13·3	21·6	6·1	1·4	3·9	0·5
c) October	2·1	56·8	20·6	14·1	4·7	0·8	0·9	—
November	0·5	18·0	18·5	25·3	19·3	2·5	13·2	2·7
December	11·1	54·4	12·4	12·8	5·5	0·9	3·0	—
January	3·0	37·8	14·2	30·6	6·6	2·0	4·7	1·1

In Table 2 the percentages of the strength of the year-classes are set forth, (a) for the whole period, October 1938 to January 1939, (b) for the Flemish Bight (October—November) and for the region off Dieppe (December—January), (c) for each of the four months.

Throughout the whole season the material was composed of one very strong year-class (1934), and two older ones (1932 and 1929), and the dominating of the "fours" made two other broods, the "fives" and the "sevens" appear of moderate strength only.

The year-class 1930 was again very weak, as it always seemed to be, but the scarceness of "threes" ought particularly to be emphasized. According to our experience in the last winter it might appear that scarcely any new recruiting gradual rising and falling in subsequent years as illustrated in the diagrams of Figs. 2—6, concerning the five last winters, we note a satisfying agreement of our results, during each of these periods, with those of Gilson[2]).

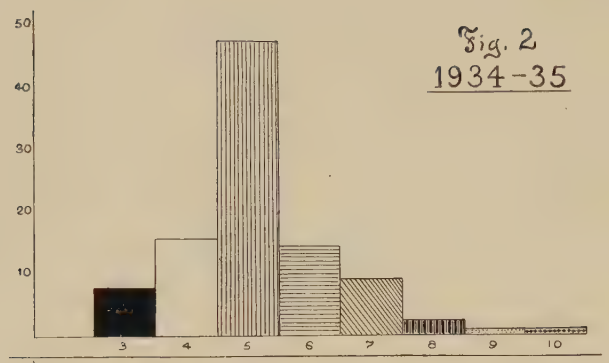
At one point, however, there is always a deviation; for the relative strength of "threes" in all the winters compared, at the Belgian coast obviously outreached those of our findings. As the assessment of age at such a young stage of life is rather easy, so that misinterpretation of the scales may be practically excluded in this case, there is only this possible explanation of the fact: Gilson's material was caught by trawl, which takes all sizes indiscriminately, while ours came from drift-nets, where, of course, some selection is inevitable.

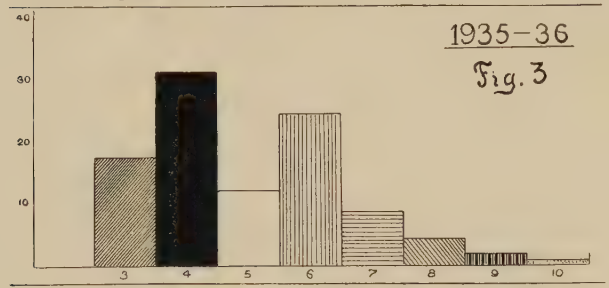
Last year we tried to trace the racial origin of the two youngest year-classes in our material[3]), and we

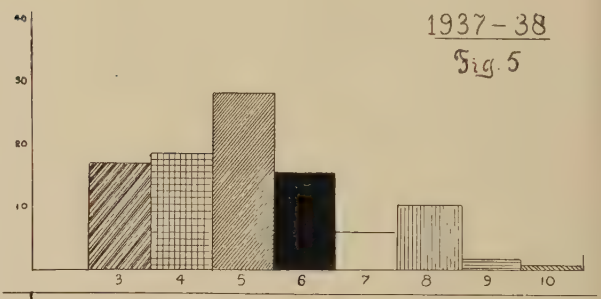
[1]) It is perhaps superfluous to state that, whenever a year-class is indicated by the year, the autumn of that year, till January or perhaps February of the next, is meant. That we are concerned with two races in the boundary area of the North Sea and the Channel is of less importance in this connection.

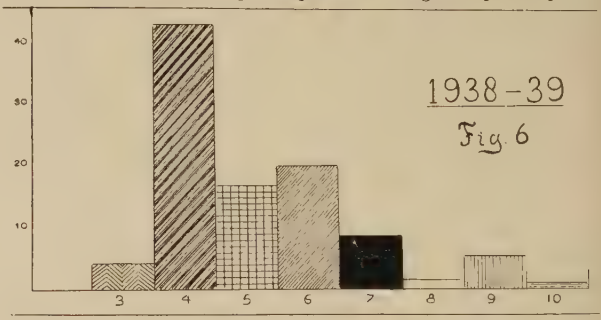
[2]) Ann. de l'Inst. d'Et. Mar. d'Ostende, Mém. No. 4, 1938, p. 26—27.

[3]) Rapp. & Proc. Verb., vol. 107 prt. 3, 1938.









Figs. 2—6. Percentage Age-Distribution of drift-net Herrings, in the winters 1934—35 to 1938—39.

came to the conclusion, after counting vertebrae of the "threes" and "fours" in October—November (Flemish Bight) and in December—January (Eastern Channel) that "threes", of the year 1934, originated from the Downs or Bank herring type throughout the whole season, but that the "fours", of the year 1933, showed the usual difference in type, so that the standard error of difference 2·46 between the average number of vertebrae in this year-class, according to time and place of capture, pointed to the probability of their being derived from either Downs or Channel herring type, as the case might be.

These same broods, now one year older, were subjected to the same treatment, as recorded in Table 3. The puzzling fact that now exactly the opposite came to light reminds us once more of the necessity of being very careful. The brood of 1934, which we had assigned to the Downs herring in the year before, now exhibited the usual difference in racial type, with a standard error of difference of more than 3, whereas the 5-year-old herrings, of the year 1933, either in October—November or in December—January, had a mean number of vertebrae which remained throughout at the same low level.

Race. Counting of vertebrae revealed as has been repeatedly demonstrated by various authors, in this region a changing over from Downs herring to the Eastern Channel type, as the season advances. There are only two stages of maturity which are sufficiently abundant to yield conclusive results, viz., V and VII (the latter particularly in later months, from December onwards). In Table 4 we bring again the necessary data, but it should be distinctly stated that, in order to avoid difficulties and irregularities, we excluded the year-class 1933 from the calculations, as the said brood turned out to belong throughout the season to the Downs herring.

From the table it appears quite clear that the fish of Stage V in the Flemish Bight belong to the Downs herring, at least in October. In November late-spawning individuals of this type mix to a certain degree with Eastern Channel herrings which happen to have already attained the same stage of maturity, so that the average number of vertebrae lies about midway between those of the two types. Maturing fishes in the Eastern Channel, caught in December, have changed over to group called "I" in Le Gall's characterizations, although it is to be noted that this author, in his statements of the last few years, called attention to a remarkable lowering of the average number of vertebrae in the region beyond

Table 3.

Frequency of vertebrae in the 4-group (1934) and the 5-group (1933).

	4-group		5-group	
	Flemish Bight October—November	Eastern Channel December—January	Flemish Bight October—November	Eastern Channel December—January
54	2	—	—	—
55	21	13	8	4
56	257	204	126	68
57	246	310	122	82
58	24	18	16	3
59	1	—	—	—
	551	545	272	157
	Av. 56·493	56·611	Av. 56·537	56·535
	± 0·0285	± 0·0254	± 0·0395	± 0·0464

Cape Gris-Nez[1]), not only in group "I", but also in "II". Unfortunately his racial investigations do not distinguish between stages of maturity. Now, as appears from the second part of our Table 4, and likewise from earlier observations, spent herrings, of Stage VII, may influence largely the racial character of the stock, taken as a whole. In December these spent herrings from the region just beyond Cape Gris-Nez had the unusual low vertebral average of 56·295, so that there is then a liberal mixture of spent Downs herrings (Le Gall's group Dyck—Sandettié) with maturing Eastern Channel herrings in these waters. In January this average of the spents rises considerably (standard error of difference between December and January is more than 4), indicating that spents of the two types now occur together, probably with those of group "I" in the majority. Our drift-net fisheries, however, were stopped at the end of that month, and therefore we were again unable to judge whether in February these spents are really pure Channel herrings or not.

Our racial analyses over a number of years (as recorded in our paper of 1938) are therefore again confirmed.

Growth. A total of 2370 fish was measured, the mean length at each age has been calculated, and

[1]) See f. i. Revue d. Trav. de l'Office d. Pêches Maritimes, No. 42, fasc. 2, juin 1938.

Table 4.

Frequency of vertebrae in Stage V and VII (excluding year-class 5).

Stage V

Ser. letter	Flemish Bight October (a)	Flemish Bight November (b)	Eastern Channel December (c)	Standard error of diff.
54	2	—	1	
55	28	7	10	(a) (c) : 4·47
56	300	203	150	
57	272	234	261	
58	26	18	17	
59	1	1	—	
	629	463	439	
	Av. 56·469	56·570	56·645	
	± 0·0267	± 0·0286	± 0·0289	

Stage VII.

Ser. letter	Eastern Channel. December (d)	Eastern Channel. January (e)		Standard error of. diff.
55	5	7	..	
56	53	240	..	(d) (e) : 4·11
57	29	289	..	
58	1	17	..	
	88	553	..	
	Av. 56·295	56·571	..	
	± 0·0626	± 0·0245	..	

Table 5.

Winter	Mean Length in cm. at Age— 3	4	5	6	7	8	9	10+
1934—35	23·13	24·41	25·40	26·26	26·76	27·30	27·77	28·14
1935—36	23·06	24·18	25·50	26·27	26·93	27·28	27·89	28·33
1936—37	23·17	24·98	25·46	26·42	26·70	27·18	27·28	28·16
1937—38	23·23	24·57	25·82	26·31	26·55	27·19	—	—
1938—39	22·65	24·33	25·51	26·25	26·79	26·97	27·29	—
Mean...	23·05	24·49	25·54	26·30	26·75	27·18	27·56	28·21

the results are shown in Table 5, together with data of the preceding four winters.

The average length at each age is in most cases lower in 1938—39 than before. This is notably the case in the youngest year-class, but it should be borne in mind that these youngest fish were remarkably scarce (altogether there were exactly 100 of them). Year-classes containing less than 30 fishes were not considered.

This list of growth will gain in importance, the more it can be extended over a series of years. For the nonce, however, we are more concerned with another phenomenon, also observed in the winter 1937—38, viz., that fish of even age were always inferior in size in the Eastern Channel, to those in the Southern Bight, as shown in our next Table 6.

The solution to this puzzle is very difficult. In our former paper we suggested that the size of the meshes in the drift-nets used were to a certain degree responsible, notwithstanding the fact that in October —November Scottish nets, which have a mesh of 32 rows to the yard, took on the whole larger herrings in the Southern Bight than the wider-meshed Dutch or standard nets, such as were used in the Eastern Channel in December—January, and we surmised that the treatment of the nets might bring about that finally smaller herrings might be caught by nets with an originally larger mesh. Last winter our samples from the Flemish Bight were likewise caught by Scottish nets, those from the Channel by Dutch nets, and the difference in size among herrings of the same age, when both regions are compared, is again put before us. If, after all, the difference in mesh or the treatment of the nets should appear to be of minor importance, we are forced to the conclusion that the rate of growth in the Eastern Channel herring is inferior to that in the Flemish Bight. The matter seems of sufficient interest to draw the attention of our colleagues, who are in a position to compare trawl-caught herring from this boundary area.—

Table 6.

Locality	Period	Mean length in cm. at Age— 3	4	5	6	7	8
Flemish Bight	Oct.—Nov. '37	23·82	24·76	25·99	26·52	26·74	27·33
Eastern Channel	Dec. '37—Jan. '38	22·86	24·33	25·53	26·00	26·17	26·92
Flemish Bight	Oct.—Nov. '38	—[1])	24·66	25·59	26·35	26·94	—[1])
Eastern Channel	Dec. '38—Jan. '39	22·49	24·07	25·39	26·15	26·49	—[1])

[1]) Cases of less than 25 fish omitted.

7.

Variations du Nanoplancton et des Sels Nutritifs en Mer Profonde: Les Eaux Côtières de Monaco en 1938.

Par

Francis Bernard

(Institut Océanographique, Paris).

1°. Rappel des Conditions Locales.

En raison même de ses caractères très particuliers, la Méditerranée offre un grand intérêt pour l'océanographie générale. Nous avons là l'expérience naturelle d'une mer sans marées, où les pluies sont rares, les courants faibles, et la température homogène dans la plus grande masse des eaux. Les facteurs de variation du milieu, beaucoup moins complexes que dans les mers ouvertes, sont en conséquence plus faciles à discerner, d'autant plus que la lumière et sa pénétration en profondeur subissent des modifications saisonnières peu importantes, par rapport à celles des océans dont l'insolation et l'opacité changent davantage au cours de l'année.

Jusqu'à présent, il n'existait aucun travail sur le cycle saisonnier du nanoplancton au dessous de 200 mètres de profondeur. La situation privilégiée du Musée Océanographique de Monaco m'a permis de suivre ce cycle en détail pendant les années 1937 et 1938, aux niveaux 10, 50, 200, 350, 500 et 1,000 mètres. Les résultats relatifs aux Protistes et aux sels nutritifs, souvent tout à fait nouveaux et inattendus, ont fait l'objet de quelques publications préliminaires. Je voudrais ici attirer l'attention sur deux phénomènes essentiels: la forte variabilité du milieu dans les eaux profondes voisines de la côte, et l'influence primordiale des vents sur ces oscillations qualitatives et quantitatives de la flore marine.

Profil côtier à Monaco. Cette région a été décrite en détail dans plusieurs mémoires (Richard et Sirvent, 1923, F. Bernard, 1938). Rappelons simplement que la pente sous-marine est très forte (Fig. 4): une fosse de 1,652 m. existe à 13·8 km. du Musée Océanographique. Les prises d'eau sont faites à la Station II, à 6·4 km. du Musée, une fois par semaine (10, 50, 200, 350 m.), et à la Station III, à 13·8 km., deux fois par mois à 500 et 1,000 m. sauf en Juillet—Août. Les fonds, à partir de l'isobathe 50 m.,

Tableau I.

Propriété de quelques niveaux marins à Monaco en 1938.
(Station II entre 0 et 350 m., Station III au dessous).

Pour chaque facteur étudié, le premier nombre indique la valeur moyenne annuelle. Le second donne l'écart absolu entre les résultats extrêmes.

Prof. m.	S °/₀₀		t°		P_2O_5 mg./m.³		N_2 mg./m.³		Volume total du nanoplancton mm³/l.		°/₀ des Coccolithophorides dans le nanoplancton	
10	37·96		17·40		0·55		82		0·20		47	
		0·81		12		2		300		0·37		63
50	38·02		15·40		0·48		69		0·19		57	
		0·84		7·4		2		250		0·55		73
200	38·12		13·40		0·60		122		0·18		53	
		1·12		1·4		4		300		0·53		67
350	38·31		13·45		1·0		250		0·17		54	
		1·20		0·70		4		740		0·51		71
500	38·34		13·50		1·5		279		0·14		58	
		1·25		0·45		6		560		0·30		41
1,000	38·38		13·22		1·7		330		0·17		60	
		1·00		0·40		7		700		0·25		60

sont couverts uniquement de vase calcaire formée par le Coccolithophoride dominant: *Coccolithus fragilis*. Cette espèce fait à elle seule 45 % du volume moyen annuel du nanoplancton: je renvoie pour son cycle à une récente note (F. Bernard 1939). (Le terme de "nanoplancton" désigne ici le total des Protistes contenus dans l'eau de mer.)

Vents. Les hautes falaises littorales arrêtent certains vents. Pour utiliser les données météorologiques fournies par le poste du Musée, j'ai supposé, comme il est très vraisemblable, que les vents du secteur W.-SW. sont plus forts au large que sur le rocher de Monaco. Les vitesses moyennes du vent sont calculées en mètres/seconde, d'après les relevés faits trois fois par jour à Monaco. Les vents de WNW. à NE. viennent de la terre, les autres peuvent être tous considérés comme vents du large, vu l'éloignement de la côte italienne vers l'E.

Propriétés moyennes des eaux (Tableau I). Les moyennes annuelles de 1938 diffèrent peu de celles de 1937. Ces deux années ayant présenté de grandes différences climatiques (1938 beaucoup plus sec, plus ensoleillé et moins éventé que 1937), on peut accorder quelque généralité à la stratification des couches marines résumée ici. D'ailleurs, les nombreuses mesures hydrographiques dues à Richard, Oxner et Sirvent (1923) portent sur les années 1909 à 1914 et permettent déjà de distinguer plusieurs zones verticales à Monaco: en voici maintenant les caractères physiques et biologiques.

Zone éclairée supérieure (0 à 100 m.). Température très variable, sels nutritifs rares, souvent nuls, Diatomées et Flagellés très divers.

Zone éclairée inférieure (100 à 300 m.). Oscillation thermique comprise entre 0°8 et 1°5 par an. Sels nutritifs plus abondants, mais température moyenne peu élevée (c'est la couche la plus froide de toutes en Mars), et salinité à peine plus forte qu'à 50 m. Flore analogue à celle de surface.

Zone moyenne tyrrhénienne (300 à 400 m.). Cette couche est la plus chaude de toutes en hiver, la plus salée de toutes en été: on peut la considérer comme un prolongement vers le nord de la mer tyrrhénienne (J. N. Nielsen, 1912; Richard 1924); en tous cas, on n'y trouve jamais d'espèces atlantiques (voir plus bas p. 58), et la flore, peu variée, comprend des stades singuliers de *Coccolithus*, colorés en vert-olive et rares partout ailleurs.

Zone tyrrhénienne profonde (400 à 800 m.). Analogue à la précédente, sauf pour la flore qui est plus riche qualitativement, plus pauvre en volume, et comprend quelques apports atlantiques.

Zone inférieure froide (800 à 1,200 m.). Les courants y sont plus actifs que dans les couches moyennes et leur provenance semble bien différente: en automne et hiver au moins, la flore est beaucoup plus variée qu'à 500 m.

Le tableau I suggère deux remarques générales: tout d'abord, le volume moyen du nanoplancton diminue très peu vers le bas, ce qui indique une répartition assez homogène des éléments nutritifs; ensuite, contrairement à ce qui se passe dans la zone pélagique, les variations de la salinité, des phosphates, des nitrates, sont très amples dans les couches obscures. Cela s'explique par les grands échanges d'eau temporaires dont il faut parler maintenant.

2°. Échanges de Liquide entre la Surface et les Couches Profondes.

Les principaux changements saisonniers sont dûs à la température et à la direction des courants. Toutefois, en certaines époques de l'année, de simples déplacements horizontaux de liquide ne suffisent pas à expliquer les modifications physiques et biologiques de la mer: il faut envisager des communications, plus ou moins verticales, entre les couches profondes et la surface. L'étude d'une seule station à Monaco ne permet pas de préciser le trajet exact des colonnes liquides, mais fournit assez de renseignements pour affirmer leur existence. A titre d'essai, la figure 1 donne un schéma de ces phénomènes en 1938.

Méthode suivie. Une grande prudence est nécessaire pour une telle reconstitution, et j'ai groupé tous les facteurs connus, ne retenant que les périodes et les niveaux pour lesquels toutes les indications offrent une concordance satisfaisante. Voici quelques remarques sur ces éléments:

(a) Température. En surface, la température varie trop vite suivant celle de l'air pour être utilisée dans le but ci-dessus défini. Au dessous de 300 m., ses faibles changements n'autorisent pas d'interprétations de cycles verticaux. Par contre, les couches éclairées profondes (50 à 250 m.) montrent en période calme (hiver, été) de grandes oscillations thermiques, dont on ne peut rendre compte que par une descente d'eau superficielle ou une montée d'eau inférieure: par exemple, certaines semaines de l'été, le niveau de 50 m. s'échauffe de 4 à 6° en quelques jours. On trouvera dans un précédent mémoire (1938, p. 359) les courbes justificatives de ces faits.

(b) Salinité. Le tableau I démontre une amplitude particulière des écarts de salinité en profondeur. Les eaux obscures, normalement très salées, accusent en hiver, et plus rarement au printemps et en automne, une chute de salinité temporaire amenant presque leur taux de sels à celui de la surface. Comme cela s'accompagne souvent d'arrivée de Diatomées et Flagellés autotrophes à 500 et 1,000 m., la seule conclusion possible est une descente des eaux superficielles. Les maxima de salinité à 200 et 350 m. paraissent dûs, inversement, à une remontée de liquide.

(c) Sels nutritifs. Le graphique 2, relatif aux phosphates, dénote un parallélisme entre les variations des divers niveaux. J'ai insisté (F. Bernard, 1938, p. 388) sur l'importance probable des Bactéries dans cette homogénéité marine. Cependant, comme pour les chlorures, le relèvement brusque du taux

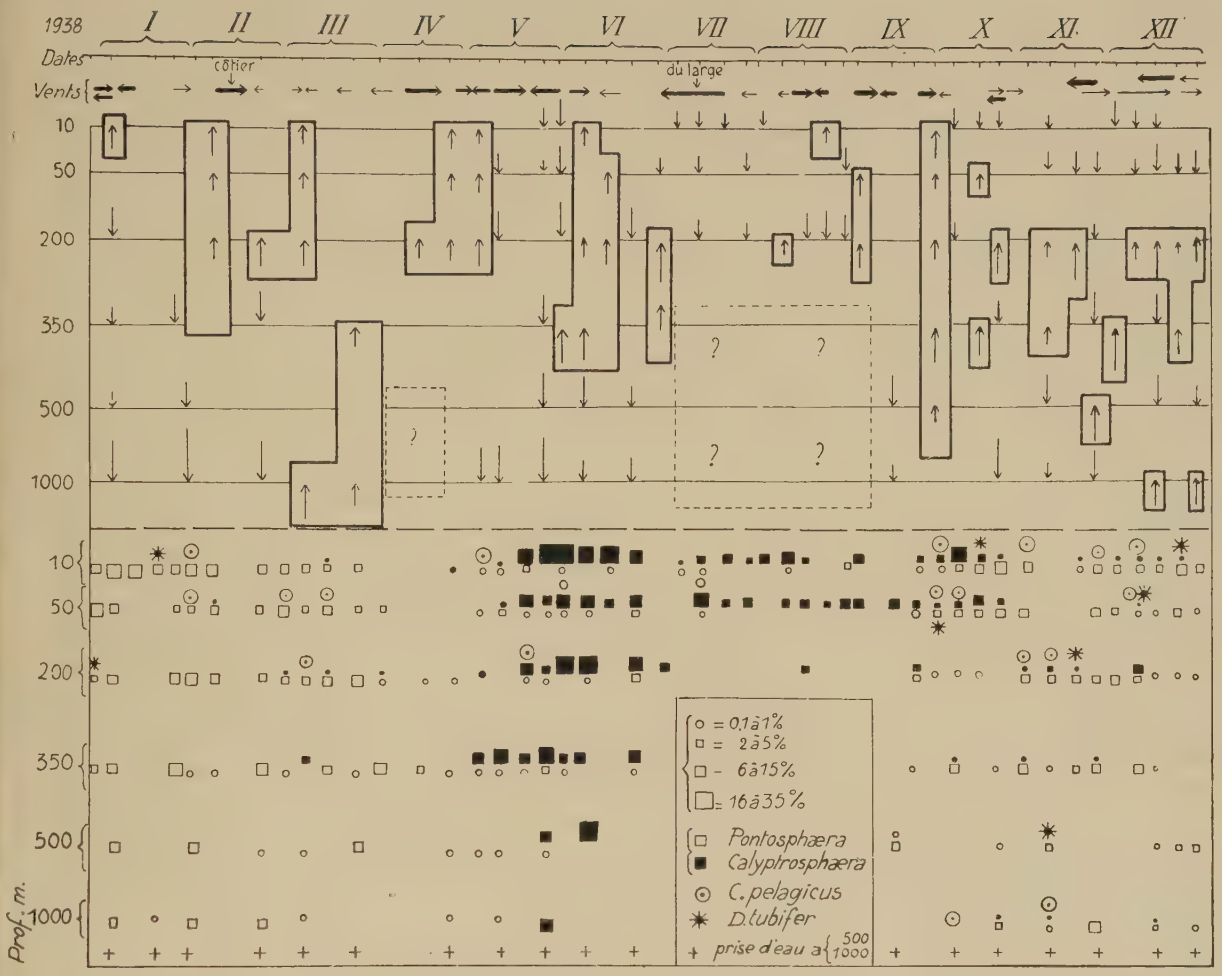


Fig. 1. Schéma des échanges d'eau verticaux, de 10 à 1,000 m. de profondeur, à Monaco en 1938. De haut en bas: les dates des prises d'eau sont marquées d'un petit trait; les principaux coups de vent sont représentés par des flèches: les flèches dirigés vers la droite indiquent les vents côtiers, les autres sont des vents du large. La longueur de chaque flèche marque la durée du vent, son épaisseur donne une idée de la vitesse moyenne relative. Les mouvements d'eau probables de bas en haut correspondent aux flèches ascendantes entourées de cadres; les mouvements descendants correspondent aux flèches de sens inverse. Là où aucune flèche n'est marquée, il y a équilibre vertical, ou bien, doute sur le sens des échanges. Les périodes pendant lesquelles il n'y a pas eu de prises d'eau profondes sont signalées par des ? Le graphique inférieur donne la répartition de *Pontosphaera Huxleyi* (carrés blancs) et *Calyptrosphaera oblonga* (carrés noirs), les % indiqués dans le tableau sont les % en volume de chaque espèce par rapport au volume total des Coccolithophorides du même échantillon d'eau. *Coccolithus pelagicus* et *Discosphaera tubifer*, éléments rares d'origine atlantique, sont marqués d'après leur simple présence dans le plancton. Les petites croix (+ +) fixent les dates des prises d'eau à 500 et 1,000 m.

des phosphates et nitrates doit souvent correspondre à l'arrivée d'eau profonde (voir le graphique 2 pour les niveaux 10 et 200 m., en Février, Avril, Mai et Novembre).

(d) Nanoplancton. C'est le meilleur indicateur d'échanges, à condition que les niveaux optimum de chaque espèce soient bien connus, ce qui est malheureusement incomplet pour les Flagellés. D'après les travaux des spécialistes, joints à mes moyennes annuelles de Monaco, on peut toutefois définir assez bien les exigences des Coccolithophorides les plus communs. En se bornant à deux espèces de surface: *Pontosphaera Huxleyi* et *Calyptrosphaera oblonga* (Fig. 1), leur abondance au dessous de 50 m. fournit un complément de preuve à la descente des eaux. En sens contraire, certaines prises d'échantillons à 10 et 50 m., dépourvues de Diatomées et des Flagellés précédents, contiennent surtout des formes profondes hétérotrophes (*Coccolithus* divers, *Syrascosphaera* du groupe *Heimi*) qui appuient l'hypothèse de remontée.

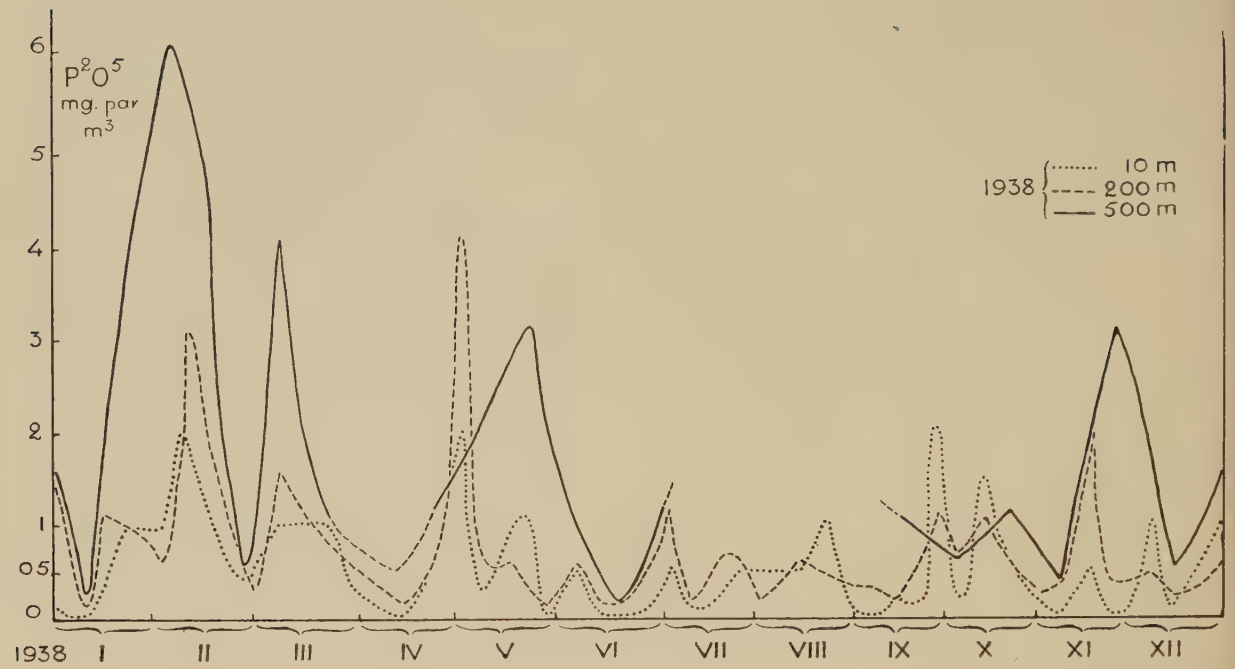


Fig. 2. Diagramme de la teneur en phosphates (mg. P_2O_5 par mètre cube d'eau). Pour la clarté de la figure, trois niveaux seulement sont représentés: la couche à 50 m. serait analogue à celle de 10 m., celle à 350 m. intermédiaire entre 200 et 500; enfin les variations à 1,000 m. très comparables au cycle à 500 m.

Enfin, la richesse de l'eau en débris de fond (vase, cadavres, squelettes de Coccolithophorides) n'est pas un signe certain de remontée, car des courants horizontaux peu profonds peuvent amener ces détritus du littoral voisin.

Résultats essentiels. Le schéma supérieur de la figure 1 ne porte de flèches verticales que dans les cas de concordance des facteurs énumérés plus haut. Sur 223 prises d'eau, une provenance de la zone profonde s'est révélée 48 fois, soit dans plus de 20 % des cas. Une descente probable d'eau superficielle a eu lieu dans 30 % des échantillons étudiés. Il y a donc légère prédominance des mouvements vers le bas.

Ces faits correspondent bien à la direction des vents en 1938: les vents du large l'ont emporté sur les vents côtiers (tableau II), l'action de ces derniers tendant à faire remonter l'eau profonde vers la côte. De fait, en 1937 il y avait eu égalité entre les deux sortes de vents, et les couches profondes étaient bien plus riches en phosphates, signe de remontée plus fréquente des réserves inférieures.

Pour confirmer cette action du vent, j'ai représenté en haut de la figure 1 les bourrasques les plus notables avec leur direction, la côte étant supposée à gauche de la figure. Les remontées d'eau sont presque toujours précédées, dans la semaine antérieure, par un coup de vent côtier, sauf pour la remontée de fin Mars, qui n'atteint pas la surface et dont l'origine reste à expliquer[1]). L'influence du vent du large sur les descentes de liquide n'est pas douteuse de Mai à Octobre. Le régime d'automne est beaucoup plus complexe, en raison du mélange presqu'incessant des deux sortes de mouvements.

Il est très suggestif de comparer le graphique des échanges avec celui des *Pontosphaera* et *Calyptrosphaera* (Fig. 1). Leur absence concorde généralement avec les montées d'eau, mais le détail des faits sera plus explicite quand nous aurons envisagé aussi les courants horizontaux. Il est probable qu'un lot de Coccolithophorides, apporté par un courant, peut se maintenir quelques jours même en milieu défavorable.

L'influence du vent sur la richesse en plancton ne fait guère de doute, d'après l'étude saisonnière qui va suivre. Les poussées de Coccolithophorides sont tout spécialement favorisées par les remontées de sels nutritifs et de substances organiques du fond. Or, ces remontées se produisent surtout en automne (fin Septembre à Décembre): il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les couches moyennes (200 à 500 m.) offrent en automne la plus grande teneur en Flagellés.

[1]) En 1936 et 1937, cette ascension de fin Mars atteignait la surface et y apportait des sels nutritifs; elle suivait alors très nettement une forte poussée de vent côtier.

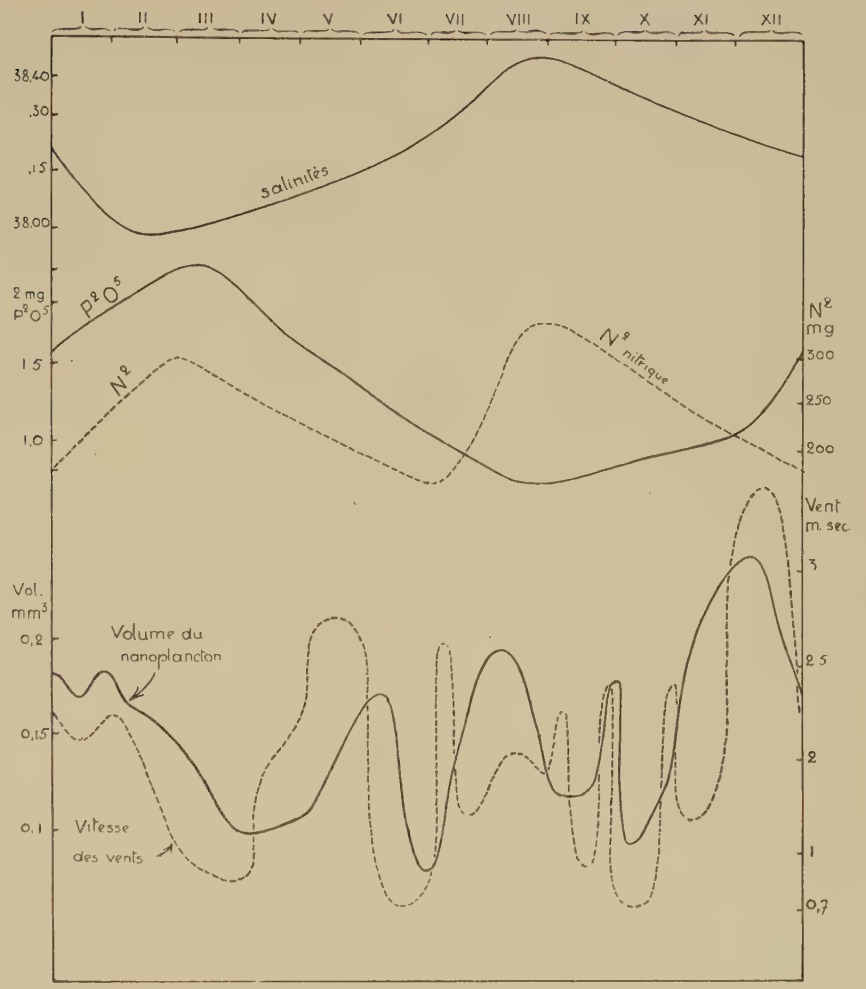


Fig. 3. Variations marines à Monaco: moyennes des couches entre 10 et 1,000 m. (voir p. 55 le calcul de ces moyennes). Les graphiques sont légèrement schématisés, de façon à éliminer les changements temporaires dûs aux échanges verticaux. Le parallélisme entre la vitesse moyenne des vents (- - -) et le volume du nanoplancton est très frappant (le nanoplancton comprend ici tous les Protistes contenus dans l'eau).

3°. Principaux Courants Saisonniers.

Avant d'étudier les diverses couches séparément, il est utile d'examiner les variations d'ensemble de la mer à Monaco (Fig. 3 et tableau II). Quelques mots d'explication s'imposent sur le calcul des "moyennes générales" exprimées au tableau II. J'ai considéré comme bien établie la division de la mer en zones verticales, définies ci-dessus (p. 52). Un seul niveau étant étudié en 1938 pour chacune de ces zones, il est raisonnable de supposer que toute la couche correspondante se comporte en général comme le niveau moyen connu. Il en est ainsi pour les salinités et les températures, d'après Richard, Oxner et Sirvent (1924): une semblable homogénéité est très plausible pour les sels nutritifs et le nanoplancton.

En conséquence, j'ai appliqué à chaque niveau un coefficient d'importance proportionnel à l'épaisseur de la couche naturelle qu'il représente: par exemple, un coefficient faible pour les résultats à 10 m. (couche superficielle d'environ 20 m. d'épaisseur) et un coefficient élevé pour 500 m. (zone de 400 à 800 m.). En additionnant les divers résultats multipliés par les coefficients respectifs, on obtient les valeurs d'ensemble de 0 à 1,200 m., c'est à dire les variations globales de la mer au lieu des particularités souvent peu compréhensibles de telle ou telle couche.

La Fig. 3 rend compte de ce travail: les faits relatifs à la salinité et aux sels nutritifs sont plus simplifiés, de façon à mettre en valeur les phénomènes indépendants des échanges d'eau temporaires. La courbe des salinités, parallèle à celle des températures de surface, est normale et n'appelle pas de commentaires spéciaux. Par contre, le comportement opposé des nitrates et des phosphates pendant la deuxième moitié de l'année est un phénomène très constant en Méditerranée (Monaco et Banyuls, 1937 et 1938). Il n'est guère explicable, d'après nos connaissances actuelles, que par la composition des apports d'eau douce: celle-ci est très riche en nitrates sous le climat local, alors qu'elle ne contient que très peu de phosphates. Les pluies importantes de 1938 ayant eu lieu

Tableau II.

Moyennes saisonnières d'ensemble, pour la couche 0—1,200 mètres à Monaco.
(voir dans le texte p. 55 le mode de calcul de ces moyennes).

Saison	Vitesse moyenne des vents côtiers (m./sec.)	Vitesse moyenne des vents du large (m./sec.)	Pluie (mm.) (totale)	S ‰	P_2O_5 mg./m.³	N_2 nitrique mg./m.³	Volume du nanoplancton mm.³/l.	% des Coccolithophorides dans le volume du nanoplancton
Hiver	0·75	0·95	24	38·05	1·9	260	0·16	55
Printemps	1·06	0·82	169	38·15	1·5	230	0·13	58
Eté[1])	0·75	0·81	301	38·35	(0·8)	(290)	(0·17)	(56)
Automne	1·06	1·30	190	38·30	1·0	245	0·20	60
Moyenne annuelle	0·90	0·97	total: 684	38·25	1·3	254	0·16	57

[1]) Les valeurs d'été ne sont connues que pour quelques jours dans les couches au dessous de 300 m.: la moyenne des salinités est calculée d'après les travaux de Richard et Oxner (1923), les moyennes biologiques sont évaluées en profondeur d'après les résultats obtenus à 10, 50 et 200 m.

d'Août à Novembre, il n'y a rien d'étonnant à ce que les nitrates marins s'accroissent à cette époque. En hiver, le sol, lavé de ses nitrates solubles par les pluies d'automne, doit attendre la longue période sèche estivale pour régénérer ces substances, de nouveau entraînées à la mer ensuite. Tel est, du moins, le cycle le plus probable dans les régions côtières étudiées.

La vitesse moyenne des vents se montre en bonne concordance avec la richesse en nanoplancton: les maxima de ce dernier suivent les poussées de vent, avec un retard de une à trois semaines, ce délai étant sans doute nécessaire pour l'utilisation complète des aliments apportés par le mélange des eaux. C'est dans un parallélisme aussi frappant que la Méditerranée montre tous ses avantages pour l'océanographe: ici, la marée, les courants permanents, le minimum hivernal d'insolation, jouent un rôle bien plus faible qu'ailleurs, et le vent se montre le seul agent de fertilité décisif, seul capable d'entretenir le cycle du carbone par les déplacements de matière qu'il provoque. Le pourcentage en volume des Coccolithophorides (dernière colonne du tableau II) obéit à des facteurs plus complexes. Pendant la plus grande partie de l'année, c'est aux époques pauvres en plancton que ces Flagellés dominent: l'afflux de substances nutritives fait pulluler les Diatomées, Chlamydomonadines etc. . . . , sans doute capables de se diviser plus souvent que les Coccolithophorides en milieu favorable. En automne, c'est au contraire dans les maxima planctoniques que l'on trouve la plus forte proportion de Flagellés calcaires, et cependant c'est la même espèce (*Coccolithus fragilis*) qui est toujours la plus abondante: sans doute les conditions physiques de cette saison défavorisent-elles tout autre Protiste dans la concurrence pour la nourriture.

Procédé d'estimation des courants marins. Ne voulant pas entrer dans des détails fastidieux, je me bornerai à évaluer les courants dominants pour chaque saison. La part d'hypothèse est ici assez grande, à défaut de mesure directe; néanmoins, les données précises accumulées sur les vents, la salinité, le nanoplancton, la température, vont permettre quelques reconstitutions très vraisemblables, plus utiles en tous cas que l'absence totale de connaissances à ce point de vue.

A propos des moyennes locales, le caractère isolé des couches entre 300 et 800 m. a déjà été signalé (p. 52). Ce sont des eaux d'origine presque sûrement tyrrhénienne (venant en général du S. ou SE.); et la flore à 350 m. se montre spéciale, différente à la fois de celles observées à 200 et 500 m.

Dans toutes les couches, la présence d'éléments benthiques côtiers (vase, coques vides de *Coccolithus fragilis*, Rhizopodes testacés, Diatomées de fond, etc. . . .) est d'un utile secours pour déceler les courants venant du littoral.

Les courants de surface venant du large par mistral sont toujours plus froids que les autres. Ils contiennent parfois des Coccolithophorides d'origine atlantique, indicateurs particulièrement précieux: *Coccolithus pelagicus* est très rare à l'état vivant en Méditerranée, mais ses coques vides sont fréquentes parfois dans le plancton; *Discosphaera tubifer*, également atlantique, habite les eaux chaudes pauvres en organismes du large de l'Océan et se rencontre ça et là, souvent dans les mêmes courants méditerranéens que le *Coccolithus* (Fig. 1).

Bien entendu, la considération du vent est primordiale pour la prévision des courants dominants de surface, et pour celle de certains courants profonds de sens inverse.

En se basant sur ces éléments, voici les caractères saisonniers les plus probables (Fig. 4).

Hiver (Janvier, Février, Mars). — Le vent côtier du NW. est sensiblement compensé par les vents du large SE. et SSE. Un autre vent du large SW., souvent important, doit aider à l'apport de *Coccolithus pelagicus* dans les couches éclairées (10 à 200 m., Fig. 1). C'est à 10 et 1,000 m. que l'on trouve le plus souvent des débris côtiers, presque absents à 350 et 500, qui sont les niveaux les plus chauds de

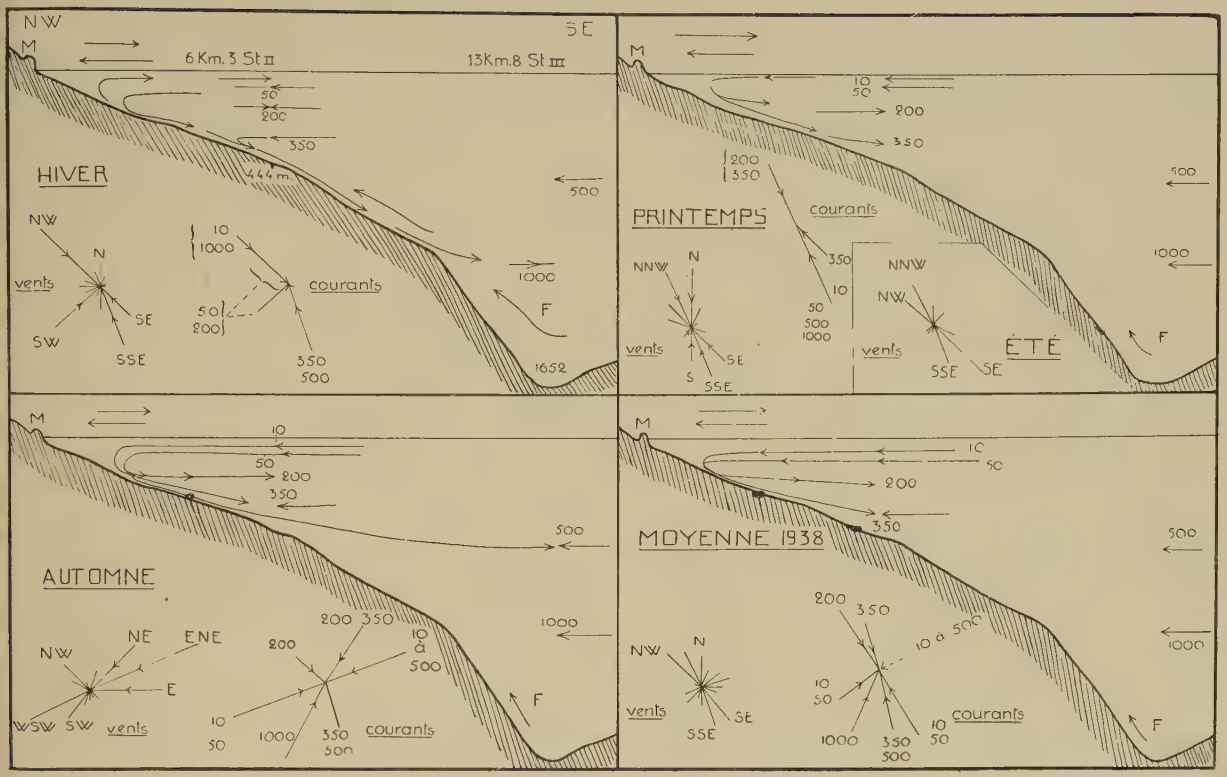


Fig. 4. Essai de reconstitution des principaux courants marins saisonniers, à Monaco en 1938. Pour chaque saison, sauf l'été, on trouve: une rose des vents, une rose des courants probables et une coupe de la côte à Monaco (coupe verticale NW.—SE. à partir du Musée Océanographique M). Les longueurs des flèches de vents sont proportionnelles à leurs vitesses moyennes pendant l'époque considérée; au dessus des coupes verticales, ces vents sont groupés en deux flèches, l'une représentant l'ensemble des courants côtiers (→) et l'autre l'ensemble des courants du large (←). Les flèches des courants, très schématiques, indiquent simplement la fréquence relative des diverses directions probables. Dans les couches, une flèche inférieure (F) donne une idée de l'importance des remontées d'eau profonde en surface.

En hiver, échanges entre 10 et 1,000 m., ces deux niveaux plutôt côtiers comme nanoplancton; à 50 et 200 m. équilibre entre courants côtiers et du large, flore très spéciale (*Corisphaera*, *Helladosphaera*); la zone tyrrhénienne (350—500 m.) est plus chaude et plus pélagique que les autres.

Au printemps, dominance du large très nette à 10, 50, 500 et 1,000 m. Les eaux à 200 m. sont froides et côtières, celles de 350 m. reçoivent en plus quelques apports chauds tyrrhéniens. En été, le régime doit être analogue, et les vents seuls sont représentés.

En automne, vents très forts et très particuliers. A 1,000 m. seulement, les courants sont presque toujours du large. A 10 et 50 m., alternance entre courant côtier ENE. et courant du large WSW. à espèces atlantiques; à 200 m., réflection en profondeur des courants de surface; à 350 et 500 m. réchauffement graduel, mélange d'éléments côtiers et tyrrhéniens. En moyenne, dominance du régime de printemps. Les couches de 10 à 200 m. contiennent des espèces atlantiques; celle de 1,000 m. en porte plus rarement; la zone tyrrhénienne (300—500) n'en contient pas, mais se singularise par l'abondance des stades vert-olive de *Coccolithus*.

toute la mer. D'autre part, les flores de 50 et 200 m. sont reliées par des espèces de Coccolithophorides (*Corisphaera* sp., *Helladosphaera* sp.) rares ailleurs. D'après ces faits, on peut tracer un schéma des courants principaux.

Printemps (Avril, Mai, Juin). — Cette période est la plus simple de l'année, le contenu des eaux étant très démonstratif. Malgré l'importance locale du vent côtier N. et NNW., les couches à 10 et 50 m. témoignent d'un très fort courant du large: flore assez constante, pélagique, possédant en exclusivité *Helladosphaera cornifera* et *Syracosphaera Molischii*, très pauvre en débris côtiers. Par contre, les eaux moyennes (200 et 350 m.), riches en détritus et spores résistantes de *Coccolithus*, sont surtout côtières, la présence fréquente d'une flore spéciale à 350 m. démontrant une part de Flagellés du large. A 500 et 1,000 m., les facies sont de nouveau pélagiques.

Les températures et la rareté d'éléments atlantiques sont d'accord avec les vents pour présager d'une origine SSE. quant à ces courants du large.

Été (Juillet, Août, Septembre). — N'ayant suivi

à cette saison que les niveaux 10, 50, et 200 m., je ne donne sur la figure 4 que les vents observés en été. Comme ils sont très analogues aux vents printaniers, à part une légère inflexion du N. au NW., le régime des eaux doit être fort voisin du précédent: les couches supérieures indiquent une prépondérance du large encore plus marquée. Signalons ici quelques échanges verticaux particulièrement accentués: les eaux chaudes superficielles descendent souvent à 50 mètres, d'où ascension brusque de la température locale et abondance des *Calyptrosphaera oblonga* (Fig. 1). Inversement, les eaux à 200 m., plus côtières que les autres, reçoivent surtout des apports froids plus profonds: elles ne s'échauffent que deux fois en plein été, d'où la rareté de *Calyptrosphaera*. En fin Septembre, très forte et brève rafale de vent côtier NNW., provoquant une remontée brusque de toutes les eaux et un grand enrichissement planctonique.

Automne (Octobre, Novembre, Décembre). — Les faits météorologiques diffèrent fortement des régimes précédents: 1° Par l'abondance des pluies. 2° Par la coexistence fréquente des vents côtiers et du large, qui soufflent ensemble au lieu d'alterner dans le temps. De plus, le vent dominant d'ENE. est rare ou nul pendant les autres saisons, et son antagoniste WSW. donne lieu à la même remarque. Il résulte de tout cela des courants marins très forts, variables, reconstitués schématiquement sur la figure 4. Les couches successives sont en moyenne plus stratifiées, plus isolées thermiquement que d'habitude, et les remontées verticales ne semblent pas atteindre souvent la surface. Toujours est-il que les niveaux 10 et 50 m., très unis entre eux comme températures et salinités, sont pauvres en plancton total et riches en espèces atlantiques comme le montre la figure 1. Leurs courants sont, tantôt du large WSW., tantôt un peu côtiers ENE.

A 200 m., tout se passe comme si ces courants du large superficiels s'infléchissaient près du littoral et repartaient en profondeur, chargés de détritus côtiers et de substances nutritives: ce niveau possède la même flore que la surface, mais son nanoplancton est beaucoup plus riche en individus de *Coccolithus fragilis*, qui déterminent en Novembre le plus grand maximum annuel de toute la mer. A 350 m., il y a alternance entre un facies côtier, analogue à 200 m. mais un peu moins fertile, et un courant du large chaud, salé, riche en stades sphériques vert-olive de *Coccolithus*. On remarquera sur la figure 1 que les *Calyptrosphaera* sont rares à ce niveau, et que les éléments atlantiques paraissent y manquer complètement. Il en est à peu près de même à 500 m.

Enfin, à 1,000 m., l'eau est plus froide, très pauvre en débris littoraux; cette région, sans doute complètement isolée en automne, reçoit quelques éléments atlantiques (*Coccolithus pelagicus*). La direction du courant dominant a été marquée un peu différente de celles de surface, simplement pour accentuer l'aspect séparé et franchement du large qui caractérise ces eaux profondes.

Moyenne annuelle. Les résultantes d'ensemble de ces divers courants saisonniers sont bien nettes, si l'on observe que le même régime existe pendant le printemps, l'été, et une partie de l'hiver. Voici les propriétés moyennes des niveaux connus:

A 10 et 50 mètres: Maximum des courants du large, avec *Pontosphaera Huxleyi*, *Calyptrosphaera oblonga*, *Syracosphaera Molischii*, et apports de l'Atlantique (Diatomées variées, *Coccolithus pelagicus*, etc. . . .)

A 200 mètres: Couche froide et agitée, recevant des eaux de surface ayant descendu le long de la côte, et plus rarement des eaux profondes. Facies benthique côtier très net; *Coccolithus fragilis* est représenté par des amas gélatineux plus souvent que dans les autres niveaux.

A 350 mètres: Eau chaude et salée. Pas d'apports atlantiques; rareté de *Calyptrosphaera oblonga*. *Coccolithus fragilis* montre surtout des individus isolés, souvent de couleur vert-olive. Flore peu nombreuse en espèces, aussi bien pour les Diatomées que pour les Flagellés. Les courants du large S.—SE. l'emportent nettement sur les influences côtières.

A 500 mètres: Couche analogue aux eaux tyrrhéniennes ci-dessus, mais courants du large plus nets et plus variés, avec certaines formes atlantiques tropicales profondes telles que *Syracosphaera Heimi*, *Discosphaera tubifer*. Cette zone semble la plus calme et la plus pauvre en volume de Protistes parmi les eaux observées à Monaco.

A 1,000 mètres: Facies très distinct de celui des couches moyennes: eau froide, communiquant parfois avec la surface en hiver, assez riche en *Pontosphaera* et débris côtiers. Les apports atlantiques sont des *Coccolithus pelagicus*, espèce remontant au nord jusqu'en Islande, et les Flagellés de mer chaude sont rares ou nuls. Maximum local du *Coccolithus Wallichi*. En somme, zone à prépondérance froide du large, bien séparée des autres.

Résumé et Conclusions.

Les prises d'eau faites à Monaco pendant trois années successives fournissent d'intéressantes données sur le cycle du nanoplancton entre 10 et 1,000 m. de profondeur et ses rapports avec le climat. Le régime des eaux en 1938 est exposé ci-dessus, à l'aide des éléments suivants: température, salinité, phosphates, nitrates, flore de Coccolithophorides et Diatomées, abondance des débris benthiques d'origine côtière.

(a) Il faut rappeler d'abord les conditions locales les plus caractéristiques: faible diminution quantitative du nanoplancton en profondeur (de 0·20 à 0·14 millimètres cubes par litre); dominance d'une espèce pérenne très polymorphe: *Coccolithus fragilis*; fortes variations de la salinité et des sels nutritifs à 500 et 1,000 m. en hiver; existence d'une couche tyrrhénienne, plus chaude et plus calme, entre 300 et 800 m.

(b) Les courants horizontaux paraissent être les seuls déplacements de liquide notables dans 50 %

des cas. 20 % des prises d'eau indiquent une remontée d'eau profonde vers les couches supérieures; 30 % permettent de conclure à un mouvement de haut en bas. En somme, les courants horizontaux jouent le rôle principal mais il s'y ajoute souvent des échanges verticaux de liquide, importants pour le cycle des substances nutritives. Ces échanges sont en relation très nette avec la vitesse et la direction des vents; ils peuvent modifier la distribution verticale du nanoplancton.

(c) La connaissance des vents, des propriétés physiques et biologiques des eaux, facilite aussi un essai de reconstitution des courants horizontaux. Ces courants sont évalués ici d'après les moyennes de chaque saison. A Monaco, l'automne est la période la plus riche en Protistes au point de vue quantitatif: elle comprend les maxima annuels du nanoplancton profond, formés surtout par *Coccolithus fragilis*[2]); les couches sont bien séparées les unes des autres grâce à la prédominance des courants horizontaux. En hiver, et pendant certains jours printaniers, les échanges verticaux l'emportent; il en résulte un mélange accentué des eaux, toute la mer est riche en phosphates et possède une flore très variée. L'été, riche en nitrates, pauvre en phosphates, possède dans ses eaux calmes une flore abondante, mais uniforme, pratiquement réduite au *Coccolithus fragilis*[2]).

(d) Le rôle des vents est capital pour déterminer la quantité et la composition du plancton aux diverses profondeurs. Pour les sels nutritifs, la température et les apports d'eau douce ont aussi une grande influence: l'excès de nitrates local à la fin de l'été paraît explicable par le maximum de pluies et les crues torrentielles de cette époque, tandis que les phosphates sont principalement d'origine marine profonde.

(e) En moyenne, la stratification des eaux en cinq couches principales, bien différentes les unes des autres par leur contenu chimique et leur nanoplancton, est le fait dominant à Monaco. Le cycle des substances nutritives est entretenu de temps en temps par des échanges verticaux temporaires, qui modifient brusquement la salinité et la flore là où ils se produisent.

[2]) Le manque de variété du nanoplancton, de Juillet à Décembre, est très probablement dû aux fortes salinités, auxquelles très peu d'espèces résistent.

Bibliographie.

Bernard, F. — Comm. Internat. p. l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., T. XI, pp. 289—300, 1938.

— Ann. Inst. Océanogr., T. XVII, pp. 349—406, 1938.

— Bull. Inst. Océanogr., No. 767, pp. 1—20, 1939.

Hentschel, E. — Berlin, Walter de Gruyter, 1936, pp. 1—344.

Nielsen, J. N. — Rep. Dan. Oceanogr. Exped. 1908—10 to Medit., T. I, pp. 53—192, 1912.

Redfield, A. C., Smith, H. P. et Ketchum, B. — Biol. Bull., T. LXXIII, pp. 421—443. 1937.

Richard, J., Oxner, M. et Sirvent, L. — Bull. Inst. Océanogr., No. 346, 1923.

Steemann Nielsen, E. — Journ. du Conseil, T. VIII, pp. 201—210. 1934.

— Medd. Komm. Danmarks Fisk.- og Havunders. Sér. Plankton, III, pp. 1—91. 1935.

Wattenberg, H. et Meyer, H. — Kieler Meeresforsch., pp. 264—278. 1936.

8.

The Age-Composition of the Stock of Cod in West Greenland Waters in the Years 1924 to 1938.

By

Paul M. Hansen, Copenhagen.

In order to investigate the occurrence of the year-classes in the stock of cod at West Greenland a great number of otoliths of cod has been collected and age-determined during the period: 1924 to 1938. Nearly all the cod from which otoliths have been taken are measured and sexed. Cod of the youngest groups, the I-, II- and III-group, have been fished for with the eel-seine near the shore. The length measurements and the results of the fishery for the youngest age-groups shall be dealt with in a future paper. Here the age-analyses on older cod only shall be mentioned.

The otoliths have been used for the age-determinations, not scales owing to their much more indistinct winter-zones. In the otoliths the winter-zones are very distinct and it is possible to read the age even when very old specimens are dealt with.

The material from *1924* is collected by Dr. Å. Vedel Tåning, who then began the investigations on board the H.M.S. "Islands Falk". The material from this year is collected mainly near the fishery stations of Godthaab and Sukkertoppen.

In *1925* the material is taken from the "Dana" on the offshore banks.

In *1926* and *1927* the present author collected the samples in the South Greenland districts, excluding the Julianehaab district.

In *1928* two samples were taken by the "Godthaab"-expedition, one at Sukkertoppen, another on the Lille Hellefiske-bank.

In *1929* a material was collected in Julianehaab district from the M/B "Otto Fabricius" and another sample was taken at Sukkertoppen by the fishery leader of the fishery station at this colony.

From *1930* to *1938* the author has collected otolith samples, the first year from catches made from the motorboat "Misilissok", the following years from catches from the motorboat "Umarissok".

On the offshore banks samples have been taken from commercial catches by a Faroe cutter, at the initiative of Dr. Vedel Tåning, who has kindly placed the material at my disposal for age-analyses.

From 1934 to 1938 a large number of samples has been taken at the different fishing stations along the Greenland coast from Claushavn to Cape Farewell on the instigation of "Grønlands Styrelse".

The samples originate from cod caught with the fishing gears generally used in West Greenland, viz., the Faroe hand-line and the long-line, but especially with the jig. The samples from the offshore banks are exclusively of cod taken with Faroe hand-line.

We have done our best to make the samples as representative as possible. The fishing gears used, however, must be selective of specimens and the analyses cannot be representative for the whole stock of cod, the smaller age-groups being absent.

Also another deficiency may be mentioned. The "Grønlands Styrelse" buy cod only when larger than about 60 cm. for production of salted cod, while cod of sizes below that limit are refused as undersized. In most cases the Greenlanders land such undersized cod for home consumption, but in other cases the small cod are liberated immediately when caught, which means that otoliths of the small cod are missing from the material. A cod of the size mentioned, viz. 60 cm., is usually five years old, and accordingly the percentages obtained can not be representative for the stock of cod belonging to the age-groups III—V (the still younger ones never being caught by commercial implements).

At the beginning the samples were collected over a short space of time only, but from 1930 to 1938, and especially from 1934 to 1938, we have tried to procure the samples from different periods of the fishery season, the greatest part, however, being from

the months when the best fishing takes place, viz., July and August.

The number of specimens age-determined from 1926 and 1927 is comparatively low. Supplementary length measurements, however, agree with the age-determination and show that one single year-class predominates and that the other year-classes are of no importance.

The material is divided into three groups according to different areas where it has been obtained, viz.: (1) the northern districts, (2) the southern districts and (3) the offshore banks.

The northern districts include the Godthaab district and more northerly ones. The samples are from the coast as well as the fjords.

The southern districts include the Frederikshaab and the Julianehaab districts. Also here the material is collected both at the coast and in the fjords.

The offshore banks include material from the following banks, mentioned from north to south: Store Hellefiske bank, Lille Hellefiske bank, Fylla bank, Fiskenæs bank and Dana bank. Most samples are from the three northern banks.

The division between the northern and the southern districts is natural of several causes; thus:

1. Breeding places for cod have not been found in the southern districts but occur in the northern ones.

2. The emigration to spawning places at Iceland has been much more extensive from the two southern districts than from the northern ones. The results of age-analyses of catches of cod from 1924 to 1929 and from 1930 to 1933 have been dealt with at some length in previous papers by the present author (see list of literature), who is here dealing with the material in a somewhat different way, and some details of the material is therefore given below.

The material of otolith samples is distributed as follows as to areas and years:

Year	Northern Districts	Southern Districts	Offshore Banks	Total
1924.....	314	—	41	355
1925.....	—	—	108	108
1926.....	388	—	—	388
1927.....	144	122	—	266
1928.....	271	—	34	305
1929.....	500	579	—	1,079
1930.....	307	1,731	113	2,151
1931.....	1,431	176	172	1,779
1932.....	1,588	983	577	3,148
1933.....	2,074	670	691	3,435
1934.....	4,024	2,320	348	6,692
1935.....	2,696	1,109	298	4,103
1936.....	2,758	1,714	301	4,773
1937.....	1,499	1,470	473	3,442
1938.....	1,724	1,559	298	3,581
	19,718	12,433	3,454	35,605

The total number of otoliths that has been age-determined in 1924 to 1938 is 35,605; all analyses are carried out by the author.

The results of the age-analyses in the different years and in the three different areas are given in Fig. 1, the distribution of the year-classes has been given in percentage.

The figure shows that in the early years two or three year-classes are predominant in the catches while all other year-classes are of no importance and are frequently missing from the material. Since 1934 the fluctuations within the single year-classes are less pronounced than in previous years.

Fig. 2 gives the mean curves and the deviation of the age-groups from the mean in the different years. For the northern districts the mean curve is calculated from material of the thirteen years 1924 and 1926 to 1938. For the southern districts the material includes eleven years, 1927 and 1929 to 1938. The mean curve for the offshore banks is calculated from the material of the twelve years 1924, 1925, 1928 and 1930 to 1938.

The Northern Districts.

In this area eight year-classes predominate; they are: 1912, 1917, 1922, 1924, 1926, 1931, 1932 and 1934.

The *1912* year-class has been of small importance only during the period under discussion and from 1933 it disappeared from the catches.

The *1917* year-class has been of greater importance. In 1924 it was by far the richest year-class in the material. From 1926 to 1929, it was of minor importance which may be explained by the enormous magnitude of the 1922 year-class. The great number of individuals of the 1922 year-class prevented cod belonging to other year-classes to be caught. The Greenlanders succeeded in fishing this year-class in very shallow water, five to ten fathoms, and did not fish for the larger cod in deeper waters. In 1930, and especially from 1931 to 1935, an emigration of the 1922 year-class in particular to Icelandic waters took place as clearly demonstrated by marking experiments. The resulting decrease in number of individuals of this year-class raised the percentage occurrence of the 1917 year-class, that accordingly has been caught in numbers above normal during 1931 to 1933, when the percentages are above the percentages of the rich 1922 year-class even at corresponding ages.

This is shown by the following table in which N = the percentage of individuals, D = the deviation from the mean in percent.

Year-Class.....	1917		1922	
Age-Group	N	D	N	D
XIV-Group	13·6	11·1	6·7	4·2
XV —	11·8	9·9	4·9	3·0
XVI —	11·4	10·1	2·2	0·9

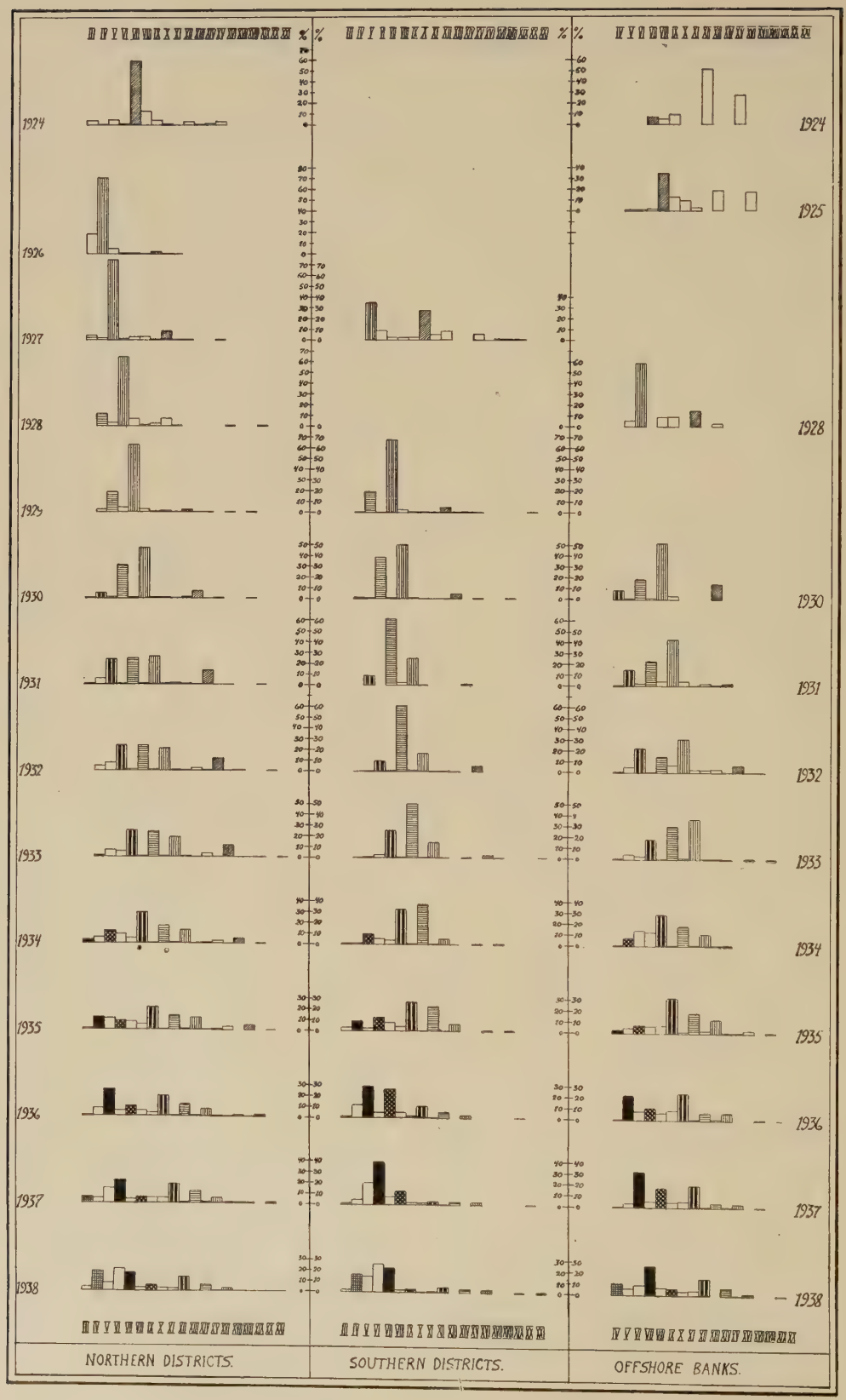


Fig. 1. Age-Composition of the Stock of Cod in West Greenland Waters, 1924—1938.

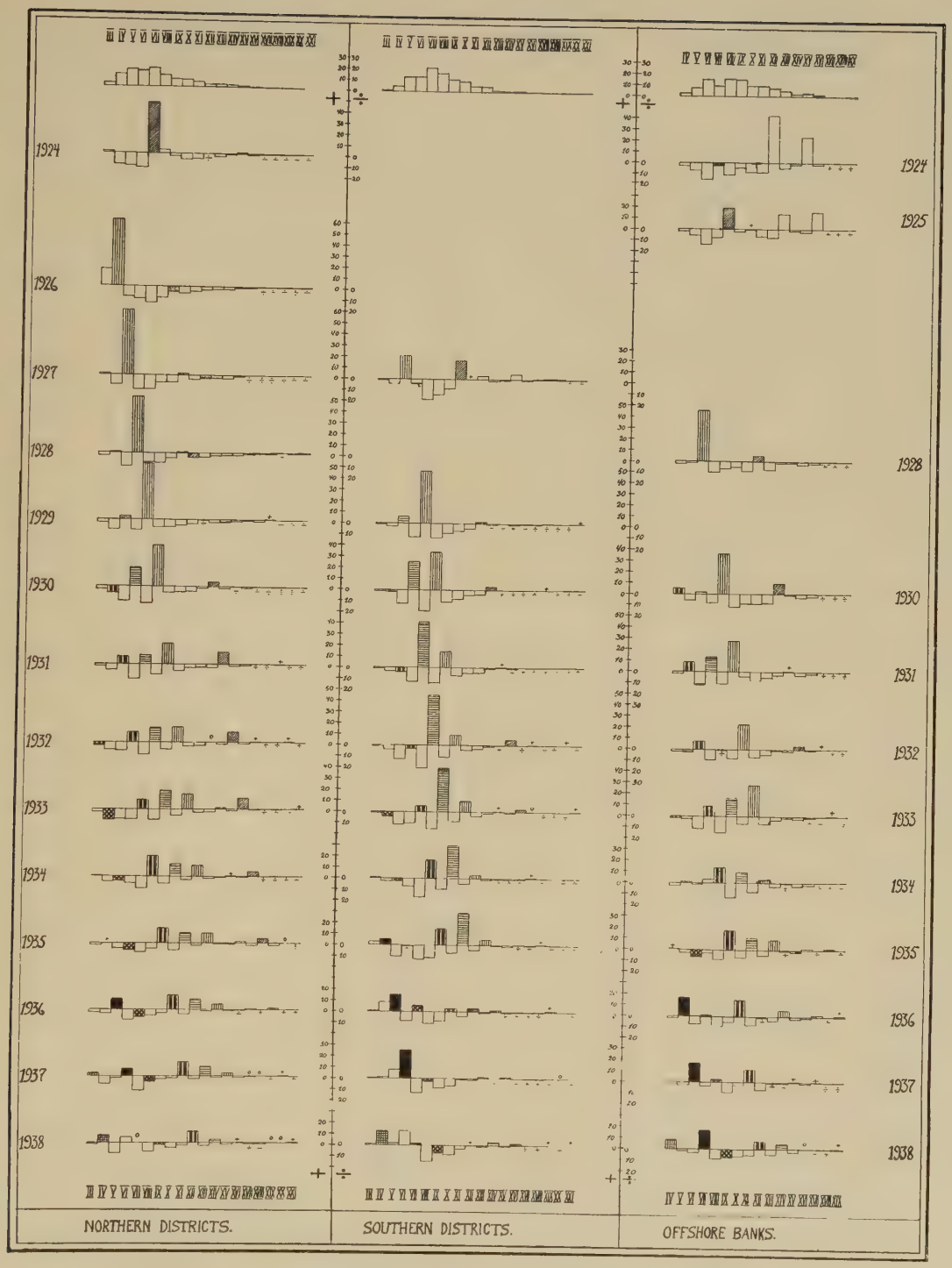


Fig. 2. Mean and Deviations from the Mean, 1924—1938.

This seems to indicate that individuals of the 1917 year-class did not emigrate to Iceland to any great extent.

The *1922* year-class has been the most important, especially during the period 1926 to 1931. In some years the whole fishery depended on that year-class only. From 1929 to 1931 the year-class shows a great decrease owing to extensive emigration to Iceland.

The *1924* and *1926* year-classes have both been of importance in the northern districts, but at no season in such enormous numbers as the 1922 year-class.

The *1931* year-class has been above the mean in 1936 and 1937 only, and in 1938 it just touches the mean.

The *1932* year-class has been above mean in 1938 only. The *1934* year-class has been present in small numbers in the commercial catches of 1938, but most individuals are as yet undersized cod, and it is too early to say anything definite about its future importance. Considering, however, the fact that the 1934 year-class in 1935 and 1936 as the I- and II-group was very common in the catches made with the eel-seine along the shores, it must be present in large numbers in the sea, and very likely this year-class, when it reaches a more suitable size, will be of importance in the fishery during 1939 and 1940.

The Southern Districts.

Predominant year-classes in this area correspond with those of the northern districts but the fluctuations seem more strongly pronounced.

The *1917* year-class has not occurred as numerous in these districts as in the northern ones. It is outstanding in the sample from 1927, but the material from this year has not been collected in such a representative way as in the other years and ought probably to be discarded. Measurements of samples show that we have much the same sizes represented in 1927 as in the northern area.

The *1922* year-class has decreased much more rapidly in the southern area owing to the greater emigration to Icelandic waters shown by the marking experiments.

The *1924* year-class has been of much greater importance than in the northern area, but also this year-class has decreased more abruptly in south than in north.

The *1926* year-class has been less numerous in the catches than in the northern districts.

From 1935 to 1936 a distinct change has taken place, the three older year-classes 1922, 1924 and 1926 have suddenly decreased, leaving three younger year-classes, viz., 1929, 1931 and 1932, to predominate in the material.

The *1929* year-class, however, is above mean in the year 1936 only, and in 1937 and 1938 of small importance.

The *1931* year-class has been stronger in 1935 to 1937 than in the northern districts but in 1938 it has decreased much and is only just above mean.

The *1932* year-class has been better than in the northern area and has been above normal in the commercial catches ever since 1935.

Also the *1934* year-class has been good. The percentage is similar to that for the northern districts, but still well above the mean, owing to the fact that material from 1926 and 1928 has not been available for calculating the mean for the southern districts.

The difference between the age-groups IV to VII is small only in 1938, the V-group, however, being less than the others.

As in the northern districts the stock of cod did not show the violently pronounced fluctuations in the year-classes during later years. (This phenomenon is accordingly similar in north and south.)

The Offshore Banks.

The material from the offshore banks is not so representative as that from the coastal districts, especially from the first three years.

In spite of this, the results from 1924 and 1925 seem, however, to agree very well. In the first of these two years only two year-classes, *1909* and *1912*, predominate strongly; in 1925 the *1917* year-class occurs in greater numbers than the 1909 and 1912 year-classes which, however, both are very well represented. In the material from later years, viz., in 1928 and in the years 1930 to 1938, they are not present.

The analyses from the offshore banks agree well with those from the northern districts. From 1930 to 1933 the *1922* year-class, however, is stronger on the banks than in the northern districts.

It seems to be a rule that the three predominant year-classes, *1922*, *1924* and *1926*, are stronger as IX-, X- and XI-groups on the banks than in the northern districts.

The *1931* year-class also occurs on the banks. It has been the most numerous year-class here during the last three years.

The *1932* year-class has not been of similar importance — according to the analyses it was below normal.

In 1938 the *1934* year-class enters the catches as the IV-group and it has a considerable strength in spite of its young age. It seems to be a promising year-class for the fishery in the future.

Summary.

The results of the numerous age-analyses can briefly be summarised as follows:

The catches of cod at Greenland consist of a great number of age-groups, viz., up to about nineteen.

During the period 1924 to 1938 eight to nine year-classes have been of considerable importance in the catches taken at West Greenland, viz., *1909*, *1912*, *1917*, *1922*, *1924*, *1926*, *1931*, *1932* and *1934*.

Of these year-classes the three first-mentioned have now disappeared from the commercial catches owing to their great age.

1922, *1924* and to some degree *1926* are disappearing also from the catches.

The *1929* year-class has been of brief importance especially in the southern districts and has never been comparable with the other good year-classes mentioned.

Possibly the *1931* year-class has culminated and is decreasing; a drop in the percentage has been recorded from 1937 to 1938.

The *1932* year-class is probably good. Looking at Fig. 2 it appears that this year-class has not been so much above the normal as other well-known good year-classes neither in the northern nor the southern areas (the 1926 year-class excepted, however, in south). On the offshore banks this year-class is poorly represented.

The *1934* year-class is perhaps that of the younger year-classes which can be most relied upon as having some chance to be of importance in the future fishery in Greenland waters.

It may here be mentioned that the *1936* year-class in 1937 and 1938 has been taken in great numbers by the eel-seine in coastal waters (as the I- and II-group respectively). It may be expected that this year-class also will be of some importance when it enters the commercial catches in 1941 and 1942.

Literature.

Hansen, Paul M.: Undersøgelser over den grønlandske Torsk. Beretninger og Kundgørelser vedrørende Styrelsen af Grønland. 1931. Nr. 4. pp. 705—711.

— Fiskeriundersøgelserne ved Vestgrønland. Beretninger og Kundgørelser vedr. Styrelsen af Grønland. 1932. Nr. 2. pp. 902—906.

— ibid. 1933. Nr. 1, pp. 32—45.

— ibid. 1934. Nr. 2, pp. 226—242.

— ibid. 1935. Nr. 2, pp. 484—502.

— ibid. 1936. Nr. 2, pp. 654—679.

— ibid. 1937. Nr. 2, pp. 968—994.

— ibid. 1938. Nr. 1, pp. 34—56.

— Synopsis of investigations into fluctuations in stock of cod at Greenland during the years 1930—33. Rapp. et Proc.-Verb. LXXXVI, 1934.

Hansen, Paul M., Jensen, Ad. S. and Tåning, Å. Vedel: Cod marking experiments in the waters of Greenland 1924—1933. Medd. Komm. f. Danmarks Fiskeri- og Havunders., Ser. Fiskeri, Bd. X, Nr. 1. København 1935.

Jensen, Ad. S. og Hansen, P. M.: Undersøgelser over den Grønlandske Torsk (*Gadus callarias* L.) med en Indledning om de grønlandske Torskefiskeriers Historie. København 1930.

Jensen, Ad. S. og Hansen, P. M.: Investigations on the Greenland Cod (*Gadus callarias* L.). With an introduction on the History of the Greenland Cod Fisheries. Rapp. et Proc.-Verb. LXXII (I) Copenhague 1931.

Tåning, Å. Vedel: Some Features in the migration of Cod. Journ. du Conseil, Vol. XXII, 1. 1937. pp. 2—35.

9.

Die radioaktiven Elemente im Meere.

Von

Hans Pettersson.

Während der Gehalt von radioaktiven Elementen in kontinentalen Gesteinen und Sedimenten sehr genau untersucht wurde, ist das Vorkommen dieser Grundstoffe in der Hydrosphäre fast unbekannt. Die Angaben verschiedener Autoren variieren um mehrere Zehnerpotenzen. Als plausiblen Durchschnittswert nimmt man im allgemeinen einen Radiumgehalt von einigen Billionstel $^0/_{00}$ Radium, aber einige Bestimmungen haben bis zu zwanzigfache Werte ergeben. Nur von R. Evans und Mitarbeitern sind wesentlich niedrigere Radiumwerte angegeben worden. Für das Element Thorium liegen im allgemeinen nur negative Messungen vor, die eine obere Grenze des Thoriumgehaltes angeben, während für Uran, der Muttersubstanz des Radiums, bis vor kurzem garkeine Messungen vorlagen, da eine genügend empfindliche Nachweismethode fehlte.

In Anbetracht der ausserordentlich grossen geophysikalischen Bedeutung der radioaktiven Elemente erschien dieser Mangel doppelt fühlbar. Schon vor sechs Jahren habe ich deshalb an der Bornö Station am Gullmarfjord zusammen mit einigen Mitarbeitern des Wiener Instituts für Radiumforschung, denen sich später auch ein norwegischer Forscher angeschlossen hat, systematische Versuche angestellt, um die im Meerwasser vorkommenden Mengen an Uran, Radium und Thorium möglichst exakt zu bestimmen.

Im Wiener Radiuminstitut hat Friedrich Hernegger eine Methode entwickelt, um **Uran** in ganz minimalen Mengen quantitativ bestimmen zu können (aus der Intensität der gelbgrünen Fluorescenzbanden einer mit UV-Licht bestrahlten, das Uran enthaltenden Natriumfluoridperle). An Hand dieser Methode wurde der erste Nachweis und einige vorläufige Messungen der im Meerwasser vorkommenden Uranmenge von Hernegger und Berta Karlik ausgeführt. Später hat Karlik solche Messungen allein ausgeführt auf Grund eines aus verschiedenen Meeresteilen und Tiefen stammenden Materials und zwar mit dem Ergebnis, dass in Tiefenwasser mit ozeanischem Salzgehalt ($S = 35\ ^0/_{00}$) der Urangehalt $1{\cdot}5—2 \cdot 10^{-6}\ ^0/_{00}$ Uran beträgt, während in der Nähe der Oberfläche niedrigere Werte vorkommen, die auch grössere lokale Schwankungen zeigen und zwar $0{\cdot}4—1{\cdot}3 \cdot 10^{-6}\ ^0/_{00}$ U. In der Ostsee kommen wesentlich niedrigere Werte vor ($0{\cdot}14$ bis $0{\cdot}40 \cdot 10^{-6}\ ^0/_{00}$ U.), welche mit dem Salzgehalt annähernd proportional schwanken. Es scheint nicht ausgeschlossen, dass der geringere Urangehalt des Oberflächenwassers durch eine Aufnahme dieses Elementes von Seiten gewisser Planktonorganismen verursacht wird, eine Frage, über die spezielle Untersuchungen im Gang sind.

Dem oben angegebenen Durchschnittsgehalt des Meerwassers an Uran würde eine "Gleichgewichtsmenge" des Radiums im Meer von etwa $0{\cdot}6 \cdot 10^{-12}\ ^0/_{00}$ Ra entsprechen. Tatsächlich ist aber der Radiumgehalt viel niedriger.

Die Versuche, das **Radium** im Meer quantitativ zu bestimmen, welche vom Verfasser in Zusammenarbeit mit Elisabeth Rona schon 1933 angefangen wurden, scheiterten vollkommen, solange wir die herkömmliche Methode benutzten (Durchquirlen von Luft durch eine längere Zeit abgeschlossene Menge von Meerwasser und Einführung der mitgerissenen Emanation in das eine von zwei symmetrisch geschalteten Ionisationsgefässen). Die Anordnung wäre aber empfindlich genug gewesen, um das Vorhandensein von weniger als $0{\cdot}5 \cdot 10^{-12}\ ^0/_{00}$ Ra nachzuweisen.

Wir versuchten dann, das Radium aus weit grösseren Wassermengen als denen, welche sich nach der Quirlmethode behandeln lassen, anzureichern, und zwar durch eine Mitreissreaktion (Ausfällung des gelösten Radiums zusammen mit Bariumsulfat mittels kleiner Mengen von sehr radiumarmem Bariumchlorid).

Systematische Vorversuche mit künstlich erhöhtem Radiumgehalt im Wasser zeigten, dass ein Zusatz von nur 0·05 g. $BaCl_2$ pro Liter genügt, um über 90 % des vorhandenen Radiums auszufällen. Die Ausfällung des Radiums als Karbonat ergibt ganz ähnliche Resultate, erfordert aber weitaus grössere Mengen von Reagenzien, da nicht nur das Kalzium sondern auch das Magnesium im Meerwasser ausgefällt werden muss, um die Fällung des Ra zu bewirken. In dieser Weise konnten wir Wassermengen zwischen 25 und 200 Liter behandeln, welche mittels eines Segeltuchschöpfers aus verschiedenen Tiefen geholt wurden. Vor der Fällung wurde das Meerwasser leicht angesäuert durch Zusatz von etwa $2^1/_2$ cc. reinster Salzsäure pro Liter. Das Wasser wurde gewöhnlich in grossen Holzfässern aufbewahrt und in einem grossen 210 Liter fassenden Zylinder aus Ton gefällt. Beim Gebrauch von Glasgefässen ist es notwendig, diese vorerst mit Salzsäure und Wasser gut auszuwaschen, da die kleinen Mengen von Radium, die sich aus dem Glas lösen können, bei dem ausserordentlich niedrigen Radiumgehalt des Meerwassers schon eine beträchtliche Fehlerquelle bedeuten. Bei Glasgefässen empfiehlt es sich ausserdem, die Fällung an Bord auszuführen.

Nach unseren Messungsergebnissen scheint es, dass der Radiumgehalt von Meerwasser mit ozeanischem Salzgehalt ($S = 35\ ‰$) zwischen 0·04 und $0{\cdot}2 \cdot 10^{-12}\ ‰$ Radium pro Liter schwanken kann, obwohl wir noch nicht mit absoluter Sicherheit sagen können, inwiefern die höchsten dieser Werte immer noch eine Korrektur für etwaige aus den verwendeten Glasgeräten stammenden Spuren von Radium bedürfen. Als Durchschnittswert geben wir $0{\cdot}07 \cdot 10^{-12}\ ‰$ Ra an, finden aber um diesen Mittelwert beträchtliche Schwankungen. Inwiefern diese Schwankungen durch örtliche oder zeitliche Variationen im Radiumgehalt des Wassers zu erklären sind, muss durch weitere schon laufende Untersuchungen entschieden werden. Die vorliegenden Messungsresultate deuten auf eine Zunahme des Radiumgehaltes in der Nähe des Meeresbodens ebenso wie auf eine relative Radiumarmut der obersten Wasserschichten, die aber kaum durch eine kumulative Wirkung der Radiumextraktion durch planktonische Lebewesen zu erklären ist. Dass eine Anreicherung von Radium in Phytoplankton wirklich vorkommt, haben wir durch Messungen des Radiums in 6 g. getrockneten Diatoméen (während der Diatoméenblüte aus etwa 6000 m^3. Wasser mit Netz gefangen) feststellen können. Der Radiumgehalt betrug $2 \cdot 10^{-13}$ g. Ra pro Gramm Trockensubstanz, also eine tausendfache Anreicherung im Verhältnis zum Meersalz, das nur $2 \cdot 10^{-15}$ g. Ra/g. enthält. Andererseits wird dieser Radiumgehalt des Planktons kaum eine wesentliche Korrektur bei der Bestimmung des Radiums im Meer bedeuten, da das suspendierte Phytoplankton sogar zur Zeit der Diatoméenblüte nur wenigen Milligramm Trockensubstanz pro Liter Wasser entspricht.

Es beträgt somit der Radiumgehalt des Ozeanwassers nur einen geringen Bruchteil des früher angenommenen Wertes und entspricht rund 10 % der mit dem Urangehalt im Gleichgewicht stehenden Menge.

Nach Ansicht des Verfassers kann man sich dieses auffallende Fehlen von Radium im Meere folgendermassen erklären. Bekanntlich wird das dem Meer zugeführte Eisen in kürzester Zeit fast quantitativ als Eisenoxydhydrat ausgefällt. Bei dieser Fällung muss durch Mitreissreaktion das Thorium und damit auch sein Isotop, das Ionium, das dem Radium in der Zerfallsreihe unmittelbar vorangehende Element, mitausgefällt werden. Somit reinigt sich das Meer ständig durch Eisenausfällung von dem grössten Teil des aus dem gelösten Uran erzeugten Ioniums. Nur der in der Lösung bleibende Teil des Elementes zerfällt dort weiter in Radium und seine Folgeprodukte. Der Einbau von Radium in den Kalkschalen von Mollusken und anderen Meeresorganismen, welcher der Gegenstand einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung des Verfassers ist, dürfte gegen diese sozusagen prophylaktische Ausfällung des Radiums als Ionium zurücktreten.

Die Versuche, das **Thorium** im Meerwasser zu bestimmen, wurden von Frau Dr. Rona und Dr. Ernst Föyn z. T. in Kjemisk Institutt Blindern bei Oslo ausgeführt, z. T. auch in Bornö. Die Ergebnisse waren insofern negativ, als auch bei Verwendung von 360 Liter Tiefenwasser aus dem Skagerak, woraus mittels Eisenhydratfällung Thorium und seine Isotopen extrahiert wurden, keine messbare Menge von Thoriumemanation gewonnen werden konnte. Der Gehalt des Meerwassers an Thorium im Gleichgewicht mit seinen Folgeprodukten ist kleiner als $0{\cdot}5 \cdot 10^{-6}\ ‰$ Th.

Dieses Ergebnis stimmt gut mit der vorher erwähnten Hypothese über das Verschwinden des Ioniums aus dem Meerwasser. Wenn man nämlich annimmt, das Thorium im Meer stünde in demselben Verhältnis zum Uran wie in den eruptiven Gesteinen, etwa 2:1, so müsste dem vorher angegebenen Urangehalt von $2 \cdot 10^{-6}\ ‰$ U Wasser ein Thoriumgehalt von $4 \cdot 10^{-6}\ ‰$ Th entsprechen. Da aber die Entfernung des Thoriums aus dem Wasser durch die oben erwähnte spontane Fällung mit Eisen wenigstens ebenso effektiv sein muss wie die Ausfällung seines Isotopen Ionium, könnte höchstens ein Zehntel der erwähnten Thoriummenge zurückbleiben, d. h. $0{\cdot}4 \cdot 10^{-6}\ ‰$ Th. Mit dieser Erklärung des niedrigen Thoriumgehaltes im Meer stimmt auch die Tatsache überein, dass ein Seichtwassersediment, wie Tonschiefer, durch einen relativ hohen Thoriumgehalt gekennzeichnet ist.

Summary.

The Uranium-content of seawater of oceanic salinity: 35 ‰, is approximately $2 \cdot 10^{-6}\ ‰$, the Radium-content about $0{\cdot}06 \cdot 10^{-12}\ ‰$, while the Thorium-content is less than $0{\cdot}5 \cdot 10^{-6}\ ‰$.

10.

Factors in the Growth of Lemon Soles.

By

Bennet B. Rae, Aberdeen.

The following is a summary of a paper dealing with variations in the growth of lemon soles in relation to density of population, food and physical conditions.

The growth of lemon soles in Scottish waters is described in a previous paper (Fisheries, Scotland, Sci. Invest. 1939, No. 1). Within the North Sea the area supporting the best growth lies immediately to the east of the Firth of Forth. Proceeding in a northerly or north-easterly direction from this region, growth gradually deteriorates until at North Shetland a very poor rate of growth is found. This type also extends south-west to the Butt of Lewis and St. Kilda. Within the Minch and the Firth of Clyde growth is better than elsewhere on the west coast and resembles generally the Moray Firth type. In seeking an explanation of these different rates of growth the distribution and food of the species have been examined in detail.

British fishery statistics show that lemon soles are caught throughout the North Sea. Both the heaviest landings and the heaviest catches per unit of trawling time are from the north-west sector adjacent to the coasts of Scotland and North England, thus indicating strong concentration in this region, where growth is good or very good. Turning to the records of the Scottish research vessel for the 15 years following 1922, it is found that the largest average numbers of lemon soles caught per 10 hours' fishing are also from the north-west sector of the North Sea. In addition, however, they reveal the presence of a number of comparatively small localities in the vicinity of Shetland and of the north-west coast of Scotland where the populations of lemon soles are even more dense than on southern grounds. These densely populated northern areas, lying entirely within zones of poor growth, are unimportant commercially, since a very large proportion of the fish is below marketable size.

For convenience in dealing with the food of lemon soles four main areas have been recognised, two comprising zones of good or very good growth and two of poor or very poor growth. Taking the fish in 10 cm. groups, it is found that the volumes of food in the stomachs from areas of good growth (south of Rattray Head and Moray Firth) are greater than the corresponding volumes from the areas of poor growth (Shetland and NW. and W. coast regions). More striking, however, is the difference in the food types.

The food of lemon soles consists of 5 chief types—Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinoderma and Coelentera, with 6 subsidiary types. The Polychaeta exceed all the other types in importance in each of the four food areas. Passing northwards from the areas of good growth to those of poor growth, several changes occur in the frequencies with which the various families of Polychaeta appear in the stomachs. Thus sedentary families, such as the *Serpulidae*, *Terebellidae* and *Sabellariidae*, gradually decline in importance or disappear completely from the list of animals preyed upon, while errant families, such as the *Aphroditidae* and *Eunicidae*, acquire greater importance and to some extent displace the sedentary forms.

The Crustacea are represented chiefly by Amphipoda and Decapoda. The former are more frequently eaten in the zones of poor growth, especially by the smaller fish off the NW. and W. coasts, while the latter in the form of *Eupaguridae*, *Galatheidae* etc. constitute an important item in the food in the Firth of Forth. Differences are also noted in the Mollusca eaten from one area to another. Larger Gastropoda, including Nudibranchiata, and Lamellibranchiata are more frequently consumed on southern grounds, while in the north they are replaced by small forms such as *Patellidae*, *Fissurellidae* and *Chitones*. The Echinoderma, almost entirely represented by small *Ophiu-*

roidea, are most frequent in the stomachs from areas of poor growth. In the last of the 5 chief types, the Coelentera, Anthozoa, are of considerable importance south of Rattray Head and in the Moray Firth. Indeed in certain localities this type seriously rivals or even surpasses the Polychaeta as the leading lemon sole food.

The food of lemon soles in the areas of good growth is therefore chiefly composed of sedentary Polychaeta, Decapoda, large Mollusca including Nudibranchiata, Anthozoa, and to a less extent Ascidiae and Gephyrea. In the areas of poor growth the food is characterised by a higher percentage of errant Polychaeta, Amphipoda, small Gastropoda and Ophiuroidea. Thus the principal food types in the former areas partly or entirely disappear from the grounds where poor growth prevails and are replaced by others, which are of less importance volumetrically. It is clear that at Shetland and off the NW. and W. coasts the problem of food, already acute through the density of the lemon sole populations, is rendered more so by the scarcity or absence of the alternative types most favoured on southern grounds.

Reference to other regions such as the Minch, Rockall Bank, Faroe and Faroe Bank lends further support to the view that good or poor growth in lemon soles is associated with the presence or absence of certain food types.

Finally, in a rapid review of the physical conditions prevailing in the different growth zones, there is little evidence that, within wide limits, temperature, salinity, or depth have any effect on the rate of growth of lemon soles. There is a suggestion that towards the extreme limits of distribution growth may be affected by salinity or depth but this is not conclusive. On the other hand, there is ample evidence that food, both as regards the quality and quantity available to the stocks of fish, is of the greatest importance in determining the growth rate of lemon soles.

II.

Über die Sprottfischerei vor der schwedischen Westküste und ihre Abhängigkeit von meteorologischen und hydrographischen Verhältnissen.

Von

Arvid R. Molander, Lysekil.

1. Sprottfischerei, Wetterverhältnisse und Hydrographie.

Seit altersher besteht bei Fischern der Westküste Schwedens die Auffassung, dass das Ergebnis der Sprottfischerei im Herbst in gewissem Zusammenhang steht mit der Wetterlage vor allem des Sommers.

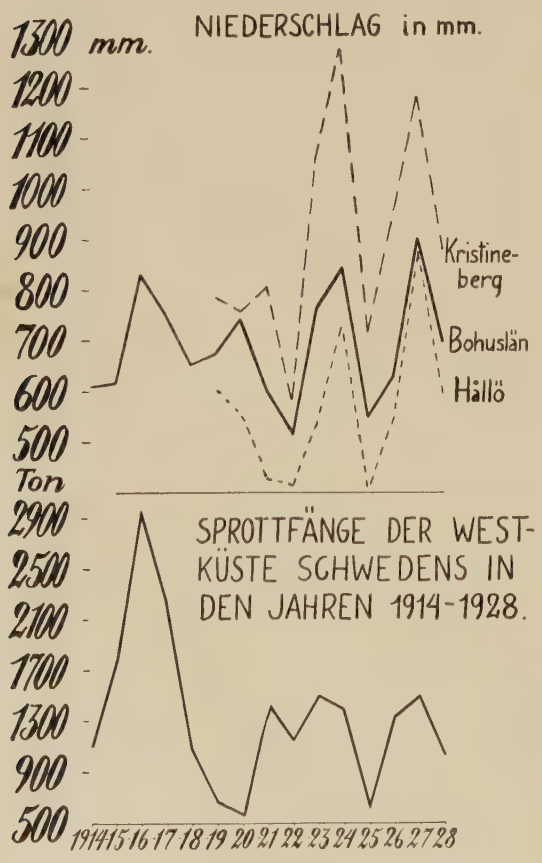


Fig. 1.

Besonders hat man gern trockene oder regenreiche Sommer mit schlechten beziehungsweise guten Sprottfängen in Zusammenhang gebracht. Ich habe versucht, auf verschiedenen Wegen nachzuprüfen, wie weit diese Behauptung berechtigt ist. In Figur 1 habe ich die Fangkurven für die Sprottfischerei an der schwedischen Westküste in den Jahren 1914 bis einschliesslich 1928 eingetragen und gleichzeitig die Kurve der gesamten Niederschlagsmenge für Bohuslän während derselben Zeit. Ausser dieser Kurve für die gesamten Niederschlagsmengen von sämtlichen Beobachtungsstätten in Bohuslän habe ich auch die Niederschlagskurven für zwei Küstenstationen im mittleren Bohuslän, nämlich von der zoologischen Station in Kristineberg und vom Leuchtturm Hållö ausserhalb von Lysekil eingetragen.

Aus den genannten Kurven ersieht man, dass zwischen den Schwankungen im Fischfang und den Niederschlagsmengen eine sehr grosse Übereinstimmung besteht. Die Kurve für die Niederschlagsmengen von Kristineberg stimmt beinah genau mit den Schwankungen der Fangkurve überein, und dies ist von Interesse, da die Sprottfischerei in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts in grossem Ausmasse im Gullmarsfjord und in der Umgebung von Lysekil betrieben wurde.

Worauf beruht nun die nachgewiesene Übereinstimmung zwischen Niederschlägen und Fischfang? Es ist wahrscheinlich, dass die Schwankungen im Fischfang nicht in direkter Verbindung mit der Niederschlagsmenge stehen, sondern dass vielmehr diese ein Indikator ist für gewisse meteorologische und hydrographische Verhältnisse, die die Wanderungen des Sprotts beeinflussen.

Geeignetes Material für eine Untersuchung der hydrographischen Verhältnisse an der schwedischen Westküste wurde beschafft durch die von der Hydrographisch-Biologischen Kommission kontinuierlich betriebenen Feuerschiffsuntersuchungen. Auf Grund von derartigem Material habe ich eine Reihe von hydrographischen Monatskurven für die Monate September bis Dezember verschiedener Jahre zusammengestellt, teils aus Material vom Feuerschiff Grisbådarna, das vor der nördlichen Bohusküste liegt, und

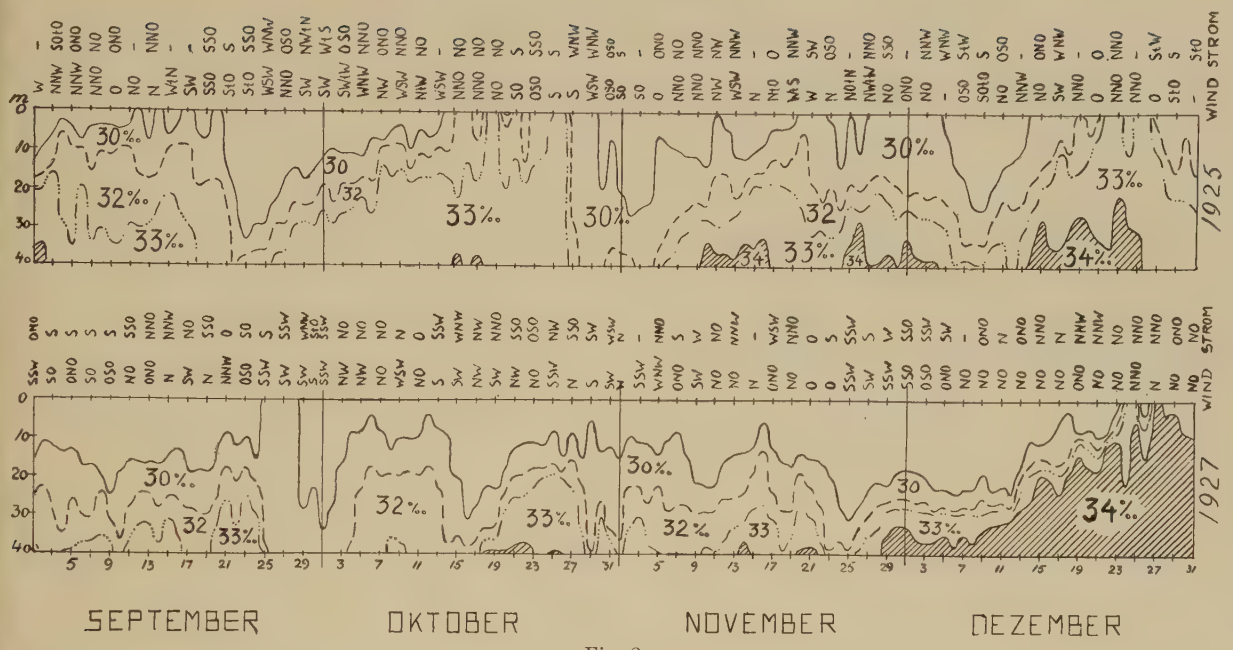


Fig. 2.

teils vom Feuerschiff Vinga, vor Göteborg. Ich kann hier nicht auf eine ausführlichere Analyse dieses Materials eingehen, sondern will nur ein paar Beispiele herausgreifen, nämlich von Grisbådarna in den Jahren 1925 und 1927, um die verschiedenartigen hydrographischen Verhältnisse in diesen Jahren zeigen zu können, die auch in Bezug auf Fischfang und Niederschlagsmengen im Gegensatz zu einander standen, nämlich das eine Jahr trocken und mit schlechten Fängen, das andere feucht und mit sehr guten Fängen (Fig. 2).

Im Herbst 1925 waren die hydrographischen Verhältnisse recht einzigartig, da während langer Zeiträume nur verhältnismässig kleine Verschiebungen innerhalb der verschiedenen Wasserschichten stattfanden. Schichten salzhaltigeren Wassers (32—33‰) drangen dagegen in recht grossem Umfang zur Oberfläche hinauf. Den ganzen Herbst hindurch waren überwiegend östlich-nordöstliche Winde vorherrschend, die in der Regel Strömungen von gleichartiger Richtung sowohl an der Oberfläche wie am Boden (40 m.) zur Folge haben. Der Herbst zeichnete sich durch ruhiges und stilles Wetter und sehr wenige Sturmtage aus.

Im Herbst 1927 ist die Lage ganz anders. Vor allem überwiegen die salzärmeren Wasserschichten. Die Verschiebung zwischen den verschiedenen Wasserschichten ist oft sehr stark, und die gesamte hydrographische Lage zeichnet sich durch häufige und starke Umwälzungen aus. Südliche bis westliche Winde herrschen vor — mit Ausnahme des Dezember — ebenso Bodenströmungen dieser Richtung. Im Herbst herrschten unregelmässige Windverhältnisse mit stärkeren Winden.

Was zeigen nun diese Beispiele bei einem Vergleich mit den Niederschlagsmengen? Während eines trockenen Jahres, beispielsweise 1925, zeichnet sich die hydrographische Lage aus durch den Mangel grösserer Bewegungen in den Wasserschichten, während in einem niederschlagsreicheren Jahr (1927) stärkere Verschiebungen innerhalb der Wasserschichten beobachtet wurden. Ausserdem sind die verschiedenartigen Wind- und Strömungsverhältnisse in den betreffenden Jahren zu beachten. In dem einen Jahr wehten Landwinde, im anderen Seewinde, mit Strömungen von der Küste weg bzw. zur Küste hin. Diese Strömungen, die ihrerseits von meteorologischen Faktoren abhängen, dürften eine sehr direkte Wirkung auf die Veränderungen des hydrographischen Milieus haben. Der Zusammenhang zwischen Niederschlag und Hydrographie besteht also in den von Wind und Strömungen geschaffenen Veränderungen des Wetters und des hydrographischen Milieus. Die früher angeführte Übereinstimmung zwischen Niederschlägen und Fischfang braucht also keine direkte Wirkung der Niederschlagsverhältnisse auf den Fischfang zu bedeuten; wahrscheinlicher ist es wohl, dass gewisse Niederschlagsverhältnisse mit anderen geophysikalischen Faktoren in Zusammenhang stehen, die ihrerseits wiederum auf die hydrographischen Verhältnisse Einfluss haben, die für den Fischfang ungünstige oder günstige Ausgangsbedingungen mit sich führen. Ich werde später in einigen Punkten auf die Abhängigkeit des Sprotts von gewissen hydrographischen Verhältnissen zurückkommen; aber schon jetzt dürfte sich feststellen lassen, dass der Sprott bei seinen Wanderungen — und vor allem was sein Vordringen in die

bohuslänischen Fjorde betrifft — stark abhängig ist von hydrographischen Bedingungen, vielleicht vor allem von den Strömungsverhältnissen[1]). In Jahren mit geringerer Bewegung der Wasserschichten vor der Bohusküste wird das Einströmen und Ausströmen verschiedener Wasserschichten zu und von den Fjorden in gewissem Masse eingestellt oder auch einseitig vom Land und aus den Fjorden heraus gerichtet. Die Folge ist dann ein sehr vermindertes Eindringen des Sprotts und schlechterer Fischfang. In Jahren mit starken Niederschlägen herrschen westliche Winde, stärkere und häufigere Ein- und Ausströmungen mit stärkerem Einfluss auf das Vordringen des Sprotts zur Küste. Die in Figur 1 angegebenen Kurven stammen aus den Jahren, während welcher sich die Sprottfischerei hauptsächlich auf die Fjorde beschränkte. Im grossen und ganzen gelten die gleichen Regeln auch für die Fischerei ausserhalb der Schären, doch lasse ich diese hier ausser Betracht.

2. Die Abhängigkeit des Sprotts von hydrographischen Verhältnissen.

Ich will nun mit einigen Beispielen näher auf den Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Sprotts und gewissen hydrographischen Verhältnissen eingehen. Figur 3 gibt die hydrographische Lage in der ersten Hälfte des Oktobers 1936 ($^{8}/_{10}$ 1936) vor Marstrand in einem für die Sprottfischerei wichtigen Gebiet. Die ganze Küstenzone längs Bohuslän war von einer Wasserschicht mit hohem Salzgehalt bedeckt, der an der Oberfläche bis zu 32—33 ‰ betrug. Während dieser Zeit herrschten schwache östliche und nordöstliche Winde. Die Sprottfänge innerhalb dieses Gebietes waren ziemlich ungleichmässig mit abnehmender Tendenz, je nach der hydrographischen Lage. Die Fänge bestanden sowohl aus Sprott vom eingewanderten Meerestypus wie aus solchen vom Schärentypus.

Am 12. Oktober (Fig. 3) änderte sich die Lage. Im Zusammenhang mit teils starken westlichen und teils südlichen Winden wurden die salzhaltigeren Wasserschichten vor der südlichen Bohusküste von mächtigen Wasserschichten mit geringerem Salzgehalt und niedrigerer Temperatur verdrängt. Gleichzeitig nahm die Sprottfischerei stark zu. Der Sprott, der jetzt vorkam, gehörte ausschliesslich dem Typus an, den ich eben als Meerestypus bezeichnet habe.

Ein anderes Beispiel (Fig. 4). Im November 1931 wurde in einigen bohuslänischen Fjorden eine grosse Anzahl von Fangversuchen nach Sprott gemacht. Im November konnte ich keinen Sprott bekommen, weder im Brofjord, Gullmarsfjord oder im Åbyfjord, um nur einige Beispiele herauszugreifen. Die hydrographischen Verhältnisse gehen aus Fig. 4 hervor, das angegebene Beispiel stammt vom Brofjord. Der Salzgehalt war verhältnismässig niedrig und die Temperatur niedrig. Später im Dezember ($^{16}/_{12}$) wurden die Fangversuche wiederholt. In den vorhergehenden Tagen hatten starke westliche Winde geherrscht. Die hydrographische Lage hatte sich auch stark geändert (Fig. 4). Salziges und warmes Wasser war in die Fjorde eingeströmt, und fast überall kamen grössere oder kleinere Mengen von Sprott vor.

Die Wanderungen des Sprotts scheinen hier in hohem Masse an die Ein- und Ausströmungen der Fjorde gebunden zu sein und an die durch sie hervorgerufenen hydrographischen Milieuveränderungen. Auf Grund der angeführten Beispiele kann man nicht die Behauptung aufstellen, dass das Auftreten des Sprotts direkt von einem hydrographischen Milieu abhängig zu sein scheint, wohl aber von Veränderungen der hydrographischen Verhältnisse. Es gibt jedoch auch Beispiele dafür, dass der Sprott in gewissen Fällen von einem bestimmten hydrographischen Milieu abhängig ist.

Figur 5 veranschaulicht die hydrographischen Verhältnisse im Gullmarsfjord im Monat November 1936. Fortlaufende Untersuchungen über die Hydrographie des Gullmarfjordes werden an der Station Bornö betrieben. Vereinzelte Fänge von Sprott in diesem Fjord waren auch früher im Herbst vorgekommen, aber diese nahmen vom 15. bis zum 20. November sehr stark zu. Gleichzeitig trat, wie sich zeigte, eine Veränderung der hydrographischen Verhältnisse in

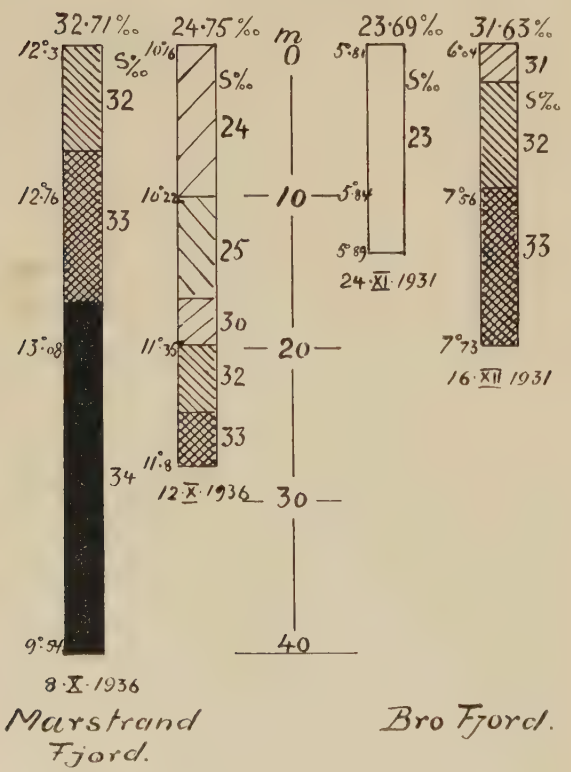


Fig. 3.

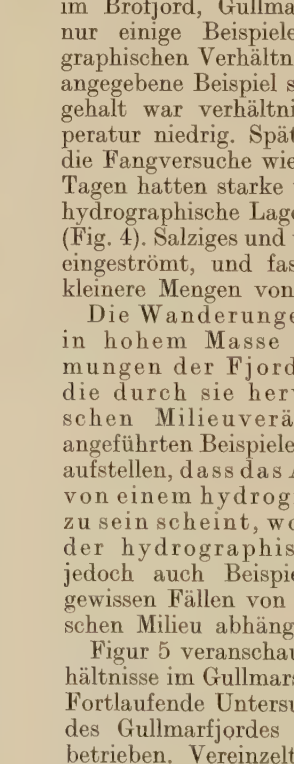


Fig. 4.

[1]) Vergleiche Hans Pettersson, Geografiske Annaler, 1920, H. 1, 1921, H. 1—2.

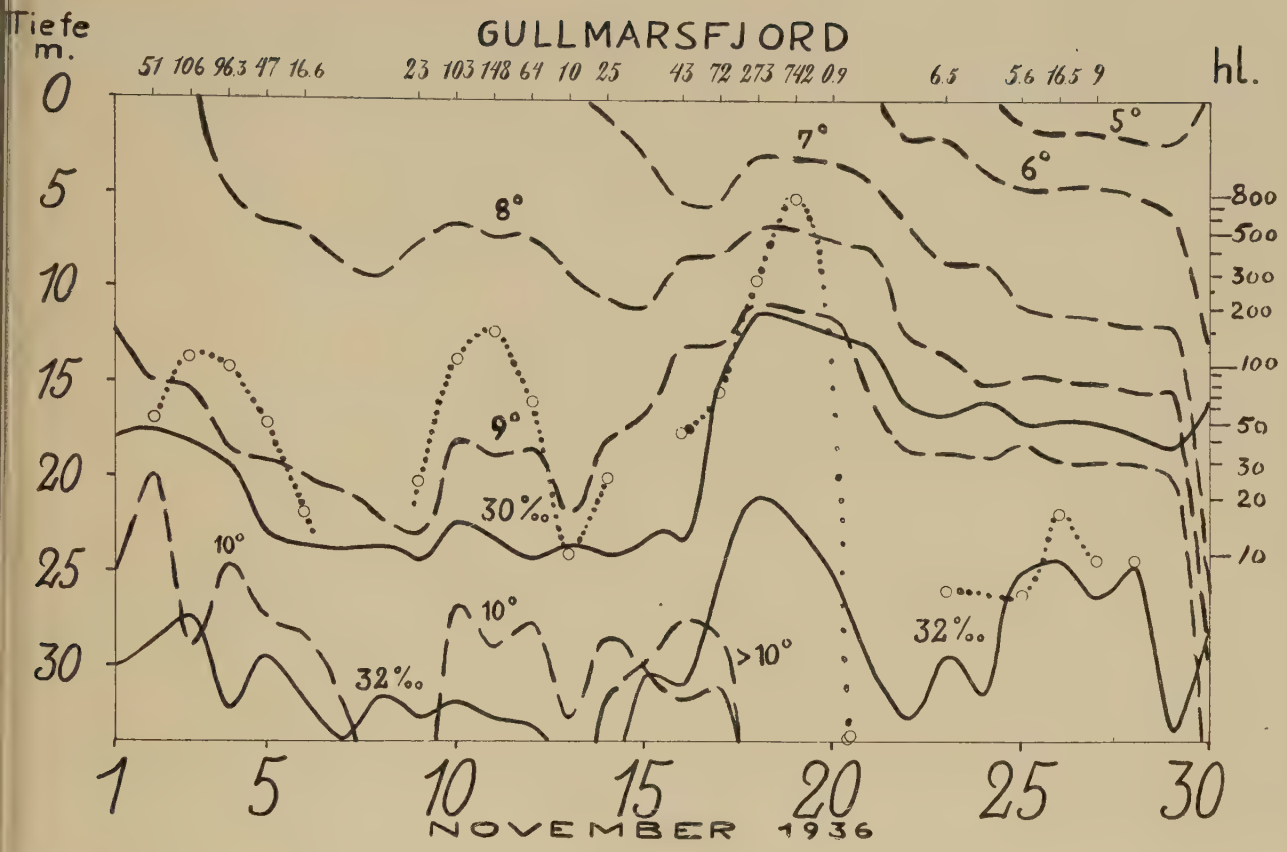


Fig. 5.

dem Fjord ein, und zwar derart, dass Wasserschichten mit 30 ‰ Salzgehalt und einer Temperatur von 9° C. stark zunahmen und näher zur Oberfläche hinaufdrangen. Zur gleichen Zeit wehten südwestliche und westliche Winde. Wahrscheinlich waren diese Wasserschichten vom Meer aus hereingeströmt. Was in diesem Fall mit Bezug auf den Sprott vor allem von Bedeutung zu sein scheint, ist die starke Anhäufung von Wasser von 9° Wärme. Wenn im Herbst die Abkühlung der oberen Wasserschichten so weit gegangen ist, dass diese Temperatur erreicht ist, scheint sich der Sprott in grösseren Mengen in diesen Wasserschichten anzusammeln und mit der Ausbreitung dieses Wassers zu folgen. Man findet weiter, dass später, wenn diese Wasserschicht abnimmt, die Sprottfänge im Fjord stark zurückgehen. Der Sprott, der während der genannten Zeit gefischt wurde, gehörte ausschliesslich zum Meerestypus, war also eingewandert. Ich werde noch mit einem anderen Beispiel vom offenen Meer zeigen, dass der Sprott auch da stark von einem bestimmten hydrographischen Milieu abhängig sein kann. Zunächst ist vielleicht zu bemerken, dass der Sprott nicht das ganze Jahr hindurch ebenso ausgesprochen in grösseren Scharen aufzutreten scheint. Sowohl in den Fjorden wie auch im offenen Meer findet diese Ansammlung statt im Zusammenhang mit solchen hydrographischen Verhältnissen, wie sie hier und im folgenden beschrieben werden. Die Sprottfischerei kann aus diesem Grunde auch sehr stark auf sehr begrenzte Gebiete konzentriert werden.

Am $^{24}/_{11}$ 1930 wurde in einem sehr begrenzten Gebiet ausserhalb von Vinga (Göteborg) ein grosser Sprottfang gemacht (2,000 hl.). Ich untersuchte zu derselben Zeit das ganze Gebiet und machte zwei hydrographische Schnitte, teils an der Fangstätte und teils 22′ nördlich davon. An Station 1 mit seinem warmen und etwas weniger salzhaltigen Wasser gab es grosse Mengen von Sprott, und zwar gerade in der Tiefe, wo das Wasser 9° warm war. An der anderen Station kam kein Sprott vor und auch an keiner anderen Stelle ausserhalb der Küste. Derartige Fälle sind in meinen Untersuchungen sehr zahlreich vertreten, doch begnüge ich mich mit diesem Beispiel. Besonders im späteren Herbst tritt eine deutliche Temperaturschichtung auf, und es ist dies gerade die Zeit, in der ausserhalb der Schären die grossen Fänge gemacht werden.

Wir finden also 1) dass der Sprott bei seinen Zügen oder Wanderungen abhängig zu sein scheint von den Veränderungen des hydrographischen Milieus, die die innere Bewegung im Meer und in den Fjorden verursachen, 2) dass darüber hinaus gewisse hydrographische Verhältnisse, wie z. B. das Vorkommen einer Wasserschicht mit einer gewissen Temperatur (ungefähr 9°) eine sammelnde Wirkung auf den Sprott haben können und somit zu gewissen Wanderungen des Sprotts beitragen.

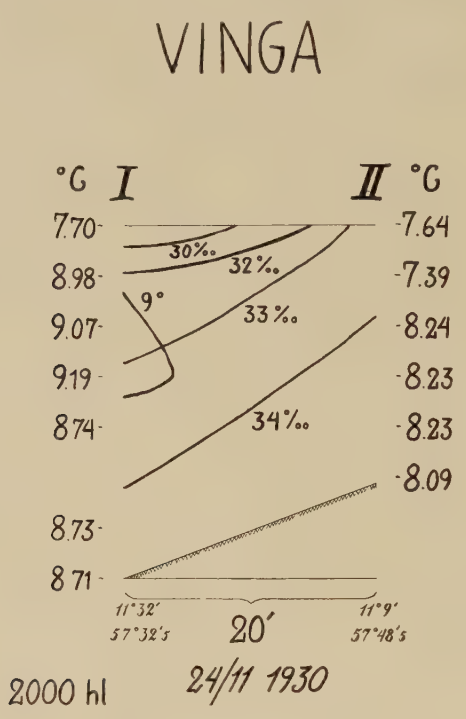


Fig. 6.

12.

The Danish Forecasts of the Yield of some Fisheries.

By

Aage J. C. Jensen.

Variations in the strength of the year-classes is always a major factor determining the fluctuations from year to year in the quality of the fish caught, and in many they are also the controlling factor for the fluctuations in the quantity of the yield. On the other hand, in a great many cases the fluctuations in the quantity are determined essentially by physical factors regulating the size of that part of the stock that is at disposal for the fishery. This fact is the basis of some Danish predictions of the yield.

1) The investigation by A. C. Johansen into connexion between the yield of mackerel fishing in the Eastern Skagerak and Northern Kattegat and the hydrographical factors (2) was the substratum for the predictions given year by year since 1925. Yet the covariations between yield and surface temperature in June has proved less than those found by Johansen (3), and now the connexion between the hydrographical factors and the yield may seem to be the following: The immigration of the mackerel from the North Sea seems to be determined by the strength of the inflow of water. As far as we know, pelagic fishes having no sense of the direction of the water movement will follow the current passively.

Generally speaking the ingoing current must be considered a reaction current, determined by the outflow during the months preceding. The wind is a factor of major importance influencing this outflow, the strength of which is determined by the precipitation over the Baltic region, ice-melting etc. Fluctuations of those are included in the factors determining the fluctuations in the salinity of the upper layer in the Kattegat, while the inflow may be estimated from the salinity of the bottom layer in the Kattegat. Thus the yield of the fishery during May—June may be predicted 1) from the frequency of eastern and western winds during January—April, 2) from the surface salinity of the Kattegat during February—April, 3) from the bottom salinity in the Kattegat in April.

In the graph, Figure 1, the curve marked "yield" shows the total yield of the Danish and Swedish cutter fishery for mackerel landings in Göteborg-Skagen during May—June—July, the curve marked "catch" is the catch per Swedish drift-net-cutter. The broken curve (wind) records the preponderance of frequency of western less eastern winds during February—April, the dotted curve the salinity of the surface water in the Kattegat during February—April.

Neither the total yield of the fishing nor the yield of the drift-net cutters give a very full measure of the size of the stock, but it will be seen that the possibility of giving predictions for the yield of the fishery is rather satisfactory. As a matter of fact prediction has been carried out since 1925, and in these years they have failed in 3 years and come true in 11.

During 1925—37, above normal has been predicted in 7 years in which the yield of the Swedish drift-net fishery was: 1, 7, 9, 11, 13, 23 and 38 % above the average for 1925—37; normal has been predicted in 3 years and the yield was 3 % above, 26 and 26 % below the average; below normal has been predicted in 3 years and the yield was 13, 17 and 20 % below average. Also for 1938 the prediction was correct.

It should be remembered that down to 1932, obviously too much weight was laid upon forecasting from temperature of the water in June, while the wind conditions during the early months of the year were not considered.

The forecast is published early in May (1).

2) For the yield of the autumn fishery for mackerel in the Sound I have shown that the yield is inversely proportional to the temperature of the water during September, and that this can be predicted

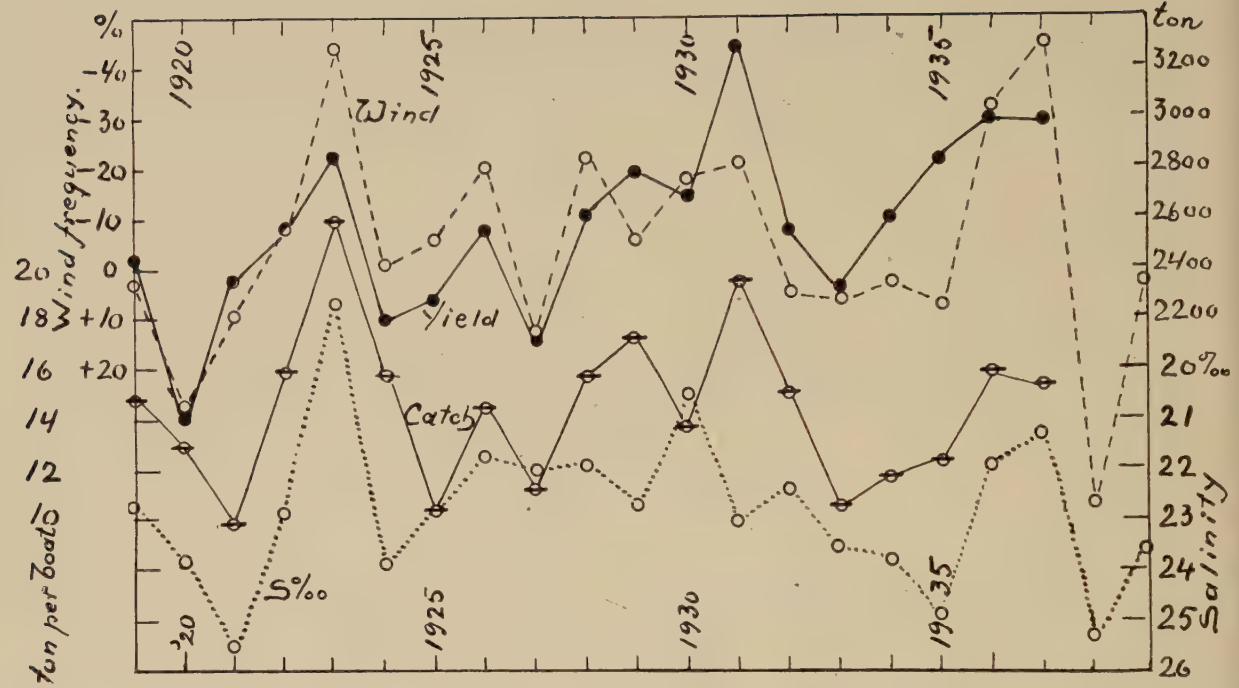


Fig. 1. Mackerel fishery from Cutter-landings at Göteborg and Skagen ("Yield"), catch per Swedish drift-net-cutter ("Catch"); percentage frequency of western less eastern winds, Febr./March ("Wind"), and Surface salinity (Skagens Rev, Anholt Knob, Schultz Grund) of Kattegat during Febr./April ("S ‰").

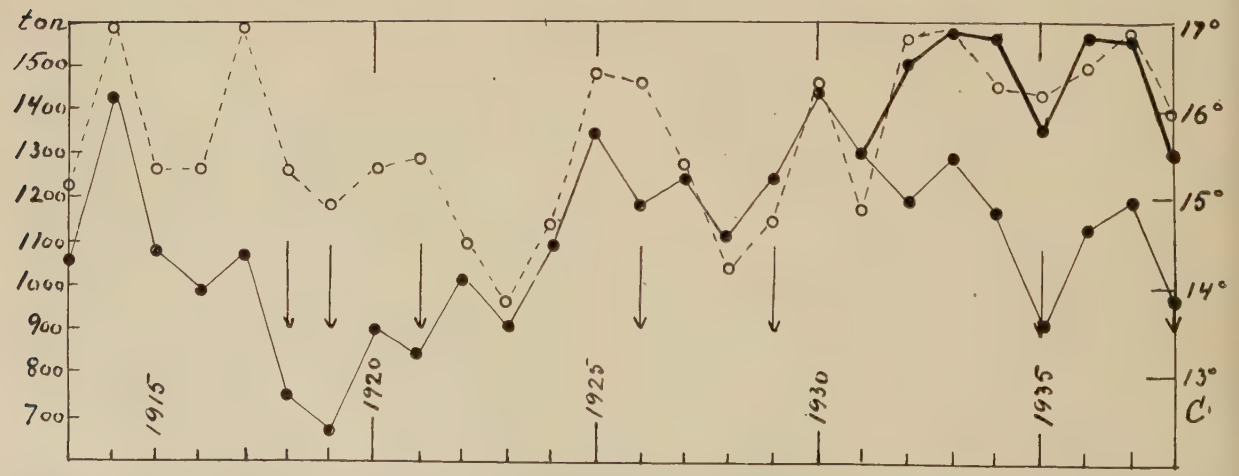


Fig. 2. Yield of the Danish silver-eel fishery in the Belts and the Baltic (full drawn line) compared with the surface temperature of the water during June—August (broken line). The heavy line after 1932 indicates catch of yellow eels caught in weels added to the catch of silver eels. The arrows indicate years of extraordinary storm frequency.

from the meteorological-hydrographical factors of the preceding months (4). Forecasts have been given each year since 1931 and have been correct but for two years (1934 and 1935).

The forecast is published about September, 1st (1).

3) For the yield of the silver eel in the Danish waters J. P. Jacobsen and A. C. Johansen (5) have demonstrated a very pronounced dependence on the summer temperature of the surface water. The connexion is explained by the fact that high temperatures will accelerate the development from the yellow eel to the silver eel stage. The connexion has been shown on the graph Fig. 2. During recent years, since 1932, the yield of the silver eel has been comparatively low. During these years an extensive fishery for the yellow eel, with "summer weels", has taken a considerable number of eel just before maturing into silver eel. If we add the yields of the two fisheries the total corresponds to that expected from the temperature. Storms of course highly influence the yield,—it will be seen from the graph that in certain years the yield has been less than expected. For these years (and for 1929 when the yield was not extraordinarily low) it has been stated in the Danish Fishery statistics (Fiskeri-Beretning), that "storms had reduced the yield". Predictions have been given year by year since 1925. A deviation of 1° C. in the average temperature of May—August corresponds to a deviation of 15—20 % in the yield of the fishery. It seems that forecasts of the yield are of little value as regards the Sound, where we have the great emigration from the Baltic, nor for the Kattegat.

The forecast is published about September, 1st (1).

It should be recommended to establish many more regular observations of temperature and salinity at suitable places in order to procure material for investigations into the dependence of fluctuations in the yield on the physical factors. Such investigations may in many cases enable us to give forecasts of practical value to the fishery.

References.

1. in "Dansk Fiskeritidende".
2. A. C. Johansen: On the influence of the currents upon the frequency of the mackerel in the Kattegat and adjacent parts of the Skagerak. — Medd. f. Komm. f. Havundersøgelser, Ser. Fiskeri, Bd. VII, No. 8, 1925.
3. Aage J. C. Jensen: Periodic fluctuations in the size of various stocks of fish and their causes. Medd. f. Komm. f. Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, Ser. Fiskeri, Bd. IX, No. 5, 1933.
4. Aage J. C. Jensen: On the influence of hydrographical factors upon the yield of the mackerel fishery in the Sound. Rep. Danish Bol. Stat. XXXVI, 1930.
5. J. P. Jacobsen and A. C. Johansen: On the causes of the fluctuations in the Yield of some of our fisheries. II. The eel fisheries. Medd. f. Komm. f. Havundersøgelser, Ser. Fiskeri, Bd. VI, No. 9, 1922.

13.

Commentaire sur les Échanges à travers le Pas-de-Calais des Populations de Harengs de la Manche et du Sud de la Mer du Nord.

Par

Jean le Gall,

Laboratoire de l'Office Scientifique des Pêches à Boulogne sur Mer.

Les importantes concentrations de harengs régulièrement observées chaque année d'Octobre à Février (parfois jusqu'en Mars), à l'entrée Sud de la Mer du Nord et en Manche Orientale, ont fait l'objet d'études minutieuses régulièrement poursuivies depuis une vingtaine d'années, par les laboratoires maritimes des pays voisins qui, de tout temps, ont reconnu leur grande importance économique.

Les bancs immenses qui apparaissent dans cette région sont constitués en majeure partie par des harengs adultes, en période de maturité sexuelle, se rassemblant, d'Octobre à Mars pour la ponte sur les frayères de l'espèce, et se dispersant celle-ci terminée, pour se reformer l'année suivante aux mêmes époques et dans la même région.

Il y a une dizaine d'années seulement, l'opinion couramment admise était que ce stock important de harengs rassemblé sur ses frayères était constitué par les individus d'une population homogène, généralement rattachée à celle précédemment définie par A. C. Johansen sous le nom de "Dogger Bank Herring", connue encore sous le nom de "Harengs du Sud de la Mer du Nord".

Cependant, l'étude de ces concentrations de ponte, faite suivant les nouvelles techniques internationales, basée sur des prélèvements fréquemment effectués au cours de la saison de pêche dans les différents lieux de rassemblements des bancs, nous conduisit à conclure, dès 1929, à l'hétérogénéité de ce stock considéré dans son ensemble et à montrer qu'il était constitué par les individus de deux "populations" distinctes se rassemblant sur leurs frayères respectives dans des régions très voisines mais nullement limitées.

En nous basant *à la fois* sur la moyenne vertébrale des échantillons examinés et sur la variation du nombre de vertèbres des individus de chaque lot, nous distinguâmes ainsi la présence, dans les concentrations de ponte du Sud de la Mer du Nord et de la Manche Orientale, de Harengs (1)[1]):

1° du Type "Sud de la Mer du Nord" = "Bank Herring de Johansen", devenus depuis la Conférence Internationale de Lowestoft 1935: les "Down's Herring"; reconnaissables à leur moyenne vertébrale voisine ou inférieure à 56·50, avec une proportion sensiblement égale de harengs à 56 et à 57 vertèbres; le Mode étant 56.

2° du Type "Manche", à moyenne vertébrale égale ou supérieure à 56·70, avec dominance de harengs à 57 vertèbres (plus de 50 %) et une proportion moindre de harengs à 56 vertèbres (environ 35 %); Mode = 57.

Depuis 1929, nos observations, basées sur les mêmes techniques, ont été très régulièrement poursuivies dans les mêmes régions et aux mêmes époques.

Elles ont porté, comme par le passé, sur des prélèvements fréquents, aussi nombreux que possible. Pour l'interprétation des résultats, ceux-ci ont été groupés suivant l'origine des échantillons dans les trois groupes géographiques précédemment définis: (1)

Groupe Dyck-Sandettié: Harengs prélevés en Mer du Nord, dans la region du Dyck-Sandettié et dans le voisinage des côtes de France. Ces échantillons proviennent généralement de captures faites au chalut.

Groupe I. Poissons prélevés en Manche, entre Gris-Nez et l'embouchure de la Somme.

Groupe II. Harengs prélevés en Manche. au sud de l'embouchure de la Somme jusqu'à la Baie de Seine.

Les échantillons des Groupes I et II proviennent généralement de pêches faites aux filets dérivants dans cette région.

Ajoutons, enfin, pour répondre à une objection qui nous a été faite, que nos observations ont *uniquement porté sur des harengs en pleine maturité sexuelle* (Stade V et VI de Hjort) et qu'une mention particulière a été faite dans nos travaux antérieurs chaque fois que les poissons examinés avaient récemment pondu, c'est-à-dire étaient "*guais*" = "*spent*" (Stade VII, VIII (1) ou VIII (2) de J. Hjort).

[1]) Les chiffres reportent aux numéros correspondants de la Bibliographie (voir page 133).

Ces recherches, comme celles faites par les auteurs étrangers, en particulier par G. Gilson en Belgique, W. C. Hodgson en Angleterre, J. J. Tesch en Hollande, ont confirmé depuis notre première hypothèse et l'existence effective de ces deux populations distinctes constituant le stock de Harengs du Sud de la Mer du Nord et de la Manche Orientale.

Dès 1929, (1) nous avions admis également la probabilité d'un mélange possible, dans certains secteurs du Sud de la Mer du Nord ou de la Manche Orientale, de ces deux populations distinctes qu'aucune barrière naturelle ne vient séparer, et montré que l'échange était possible à travers le Pas-de-Calais: avec une transgression en Mer du Nord des Harengs du "Type Manche" et, réciproquement, celle, en Manche Orientale, des Harengs du "Type Sud de la Mer du Nord".

La réalité de cet échange — également confirmée par les auteurs étrangers — s'est avérée depuis et, d'une année à l'autre, ses modalités, que nous avons liées aux conditions hydrologiques locales, ont pu être précisées.

C'est ainsi qu'en 1928 (1 et 2), la faible moyenne vertébrale (56·50 ± 0·15) constatée dans les échantillons prélevés en Manche, entre Gris-Nez et l'embouchure de la Somme (Groupe I), indiqua une forte pénétration de Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" en Manche. Cette transgression des Harengs de la Mer du Nord en Manche ne dépassa pas l'embouchure de la Somme; car, au sud de cette rivière, le Type "Hareng de la Manche" se retrouve pur et sans mélange avec une moyenne vertébrale supérieure à 56·70 (= 56.79 ± 0·14).

Inversement, sur les fonds du Dyck et du Sandettié, une pénétration importante des Harengs de la Manche, à moyenne vertébrale élevée, put se vérifier dans l'augmentation de la moyenne vertébrale des échantillons de harengs prélevés dans cette région (56·61 ± 0·19).

Au cours de la saison de pêche 1929—1930 (2), la faible moyenne vertébrale des harengs prélevés sur les fonds du Dyck-Sandettié, au Sud de la Mer du Nord: (56·49 ± 0·08) montre que, durant toute la saison, le Type "Sud de la Mer du Nord" s'y est trouvé pur, sans mélange. Il n'y a pas eu pénétration en Mer du Nord de Harengs de la Manche. Ceux-ci se sont maintenus en Manche Orientale, entre Gris Nez et Antifer, particulièrement au sud de l'embouchure de la Somme (Groupe II), où la moyenne vertébrale observée resta toujours supérieure à 56·70 (56·76 ± 0·10).

Par contre, une pénétration des Harengs du Sud de la Mer du Nord en Manche fut notée; la moyenne vertébrale des Harengs du Groupe I, entre Gris Nez et l'embouchure de la Somme, établie à 56·66 ± 0·10, montre qu'une légère infiltration en Manche des Harengs de la Mer du Nord a dû se faire par le "Détroit de Calais", le long du littoral du Boulonnais.

Pendant l'hiver 1930—1931, une forte transgression des Harengs de la Manche s'observe dans le Sud de la Mer du Nord (3). Sous l'influence de ces harengs à moyenne vertébrale élevée, ayant pénétré en Mer du Nord par le "Détroit de Douvres" (ouest du Détroit du Pas-de-Calais), la moyenne vertébrale des harengs prélevés au Dyck et au Sandettié reste élevée pendant toute la saison (56·645 ± 0·10).

Par le détroit de Calais (partie est du Détroit), pénètrent également en Manche, des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" et leur présence se manifeste dans tout le Groupe I, entre Gris Nez et la Somme, où la moyenne vertébrale s'établit à 56·67 ± 0·10.

Cependant, on ne les retrouve plus au sud de la Somme où le Type "Manche" se retrouve nettement caractérisé avec une moyenne vertébrale égale à 56·748 ± 0·08.

Au cours de la saison suivante: 1931—1932, la pénétration en Manche des Harengs du Sud de la Mer du Nord a été pratiquement nulle (4). De Gris-Nez à Antifer, au sud de la Somme, la moyenne vertébrale des échantillons prélevés pendant toute la durée de la saison de pêche reste très élevée (Groupe I = 56·783 ± 0·10; Groupe II = 56.776 ± 0.10).

Par contre, les Harengs de la Manche pénètrent largement dans le Sud de la Mer du Nord, et la moyenne vertébrale des Harengs du Dyck et du Sandettié monte jusqu'à 56·659 ± 0·08. Toutefois, leur transgression vers l'est ne dépassa pas la ligne des bateaux feu Dyck-Ruytingen-West et North-Hinder, car les prélèvements faits à l'est de cette ligne, de Novembre à la mi-Janvier, présentèrent constamment une moyenne vertébrale voisine ou inférieure à 56·50 (égale ou très voisine de celle du Type "Hareng Sud de la Mer du Nord".

Pendant l'hiver 1932—1933, le Type "Sud de la Mer du Nord" se présente encore pur dans la même région: à l'est des bateaux feu Dyck, Sandettié, Ruytingen (5). Dans l'ouest, sur les bancs du Dyck, du Sandettié et sur le littoral du Pas-de-Calais, il se retrouve avec les Harengs du Type "Manche" qui ont franchi le Pas-de-Calais; pénétration manifeste en fin de saison, surtout après le 1er Janvier (Moyenne vertébrale constatée = 56·64 ± 0·08).

Mais une pénétration en Manche de Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" se constate également entre Gris Nez et l'embouchure de la Somme, où, au début de la saison de pêche, pendant les mois de Novembre et de Décembre, la moyenne vertébrale des échantillons prélevés s'abaisse à 56·605 ± 0·10.

Au sud de la Somme, le Type "Manche" paraît être resté encore sans mélange avec une moyenne vertébrale = 56·720 ± 0·10.

Un mélange des deux Populations s'est également effectué au cours de la saison 1933—1934 dans la région du Dyck-Sandettié où l'on remarque une pénétration à travers le Pas-de-Calais des Harengs du Type "Manche" (Moyenne vertébrale = 56·574 ± 0·08) (6). Entre Gris Nez et l'embouchure de la Somme, la moyenne vertébrale voisine de 56·60 (= 56·619 ± 0·08) indique également une pénétration des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" en Manche Orientale.

L'examen détaillé des résultats obtenus dans ces deux secteurs montre que la pénétration des Harengs de la Manche en Mer du Nord s'est uniquement faite par le Détroit de Douvres (ainsi que nous avons pu le vérifier une fois de plus) et pendant une période limitée: du 15 Novembre au 1er Janvier. Avant le 15 Novembre, en effet, la moyenne vertébrale des Harengs du Dyck reste inférieure à 56·50 (56·49), présentant les variations caractéristiques du nombre de vertèbres des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord". Après le 15 Novembre et jusqu'au 1er Janvier, cette moyenne s'élève à 56·71 et la variation du nombre de vertèbres présente, cette fois, tous les caractères des Harengs du Type "Manche".

Après le 1er Janvier, la moyenne s'infléchit de nouveau (56·543), pour se rapprocher sensiblement du Type Hareng du "Sud de la Mer du Nord". Dès ce moment, jusqu'en Mars, la pénétration de Harengs du Type "Manche" en Mer du Nord doit être considérée comme ayant été relativement faible.

Si, au début de la saison, il n'y a pas eu passage des Harengs de la Manche en Mer du Nord, on a remarqué, en revanche, pendant la même période, c'est-à-dire jusqu'au 15 Novembre, une pénétration marquée par le Détroit de Calais, des Harengs de la Mer du Nord en Manche Orientale. En effet, la moyenne vertébrale des Harengs du Groupe I reste relativement faible du 1er au 15 Novembre (56·583 ± 0·12), montrant l'influence nette des Harengs Type "Sud de la Mer du Nord" dans les échantillonnages. Après le 15 Novembre et jusqu'à la fin du mois, cette moyenne remonte à 56·627, ce qui indique que la pénétration des Harengs de la Mer du Nord persiste encore, mais qu'elle est moins importante: l'influence du Type "Manche" à moyenne vertébrale élevée se faisant davantage sentir. Il en est de même en Décembre où la moyenne vertébrale des Harengs du Groupe I s'élève jusqu'à 56·651.

Le même examen détaillé des résultats obtenus dans le Groupe II (échantillons prélevés au sud de la Somme) permit de constater *pour la première fois* que la pénétration des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" le long du littoral du Boulonnais et de Picardie pouvait atteindre et dépasser l'embouchure de la Somme. Du 1er au 15 Novembre 1933, on note dans ce secteur, une moyenne vertébrale anormalement basse: 56·52 avec de nombreux harengs à 56 vertèbres (+ de 40 %); du 15 au 30 Novembre, cette moyenne s'élève: 56·59 avec encore près de 40 % de harengs à 56 vertèbres. L'influence du Type "Sud de la Mer du Nord" est donc manifeste. Elle correspond, sans aucun doute, à l'avance constatée à la même époque dans le Groupe I, entre Gris Nez et l'embouchure de la Somme.

Mais, dès le début de Décembre, pendant tout ce mois et jusqu'à la fin de la campagne de pêche, la moyenne vertébrale se relève nettement et s'établit à: 56·76 en Décembre, et 56·79 en Janvier. On y retrouve tous les caractères des Harengs du Type "Manche". Il n'y a plus pénétration des Harengs du Sud de la Mer du Nord dans ce secteur. Remarquons que les fortes concentrations de ponte se font surtout en Décembre et en Janvier dans la région située au sud de la Somme. Le type Harengs de la Manche s'est retrouvé pur et sans mélange au moment du rassemblement sur ses frayères.

Au cours de la saison 1934—1935 (7), une forte pénétration de Harengs du Type Manche s'observe sur les bancs du Dyck et du Sandettié pendant tout le mois de Novembre; du début de ce mois au 26, la moyenne vertébrale reste supérieure à 56·60 (= 56·628 ± 0·10).

En Décembre, au contraire, cette pénétration semble s'être arrêtée, car la moyenne vertébrale des Harengs de ce groupe tombe au-dessous de 56·50 (= 56·465 ± 0·08, du 1er au 30 Décembre). Elle se manifeste à nouveau, comme chaque année, après le 1er Janvier et se traduit par une augmentation légère de la moyenne vertébrale des Harengs du Groupe Dyck-Sandettié (jusqu'à 56·569).

En Manche, entre Gris Nez et l'embouchure de la Somme, la pénétration de Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" est également sensible pendant tout le mois de Novembre. Dans le Groupe I, on retrouve presque uniformément le Type "Sud de la Mer du Nord" avec une moyenne vertébrale égale à 56·498 ± 0·08.

Au sud de la Somme réapparaît le Type "Manche" dans son secteur habituel; mais, ici encore, l'influence d'une légère pénétration des Harengs de la Mer du Nord le long du littoral se fait sentir à différentes reprises (particulièrement du 30 Novembre au 5 Décembre) jusqu'à la hauteur de Dieppe.

La moyenne générale des Harengs de ce groupe reste néanmoins caractéristique de celle du Type "Manche", avec une valeur de 56·702 ± 0·06 et une représentation normale de la variation du nombre des vertèbres.

La saison 1935—1936 peut être caractérisée par une pénétration très marquée des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" en Manche (8).

Entre Gris Nez et la Somme, la moyenne vertébrale des échantillons étudiés se maintient constamment, pendant les mois de Novembre et de Décembre au-dessous de 56·50 (Moyenne générale = 56·468 ± 0·11) et le polygone de variation du nombre de vertèbres des harengs étudiés reste typiquement celui des Harengs du Sud de la Mer du Nord. Ce type paraît donc s'être trouvé pur dans ce secteur. Mais, l'influence de cette pénétration s'est également fait

sentir dans le Groupe II, au sud de la Somme, où la moyenne vertébrale s'abaisse au-dessous de 56·70 (= 56·681 ± 0·10) pour se rapprocher par moments (8 au 15 Décembre, mi-Janvier) de 56·60.

D'un autre côté, la pénétration des Harengs du Type "Manche" en Mer du Nord se manifeste, mais d'une façon très irrégulière, pendant toute la saison de pêche. A différentes reprises, particulièrement du 1er au 15 Novembre, surtout du 22 Novembre au 7 Décembre et, enfin, après le 7 Janvier, la moyenne vertébrale des Harengs de ce groupe s'élève au-delà de 56·50 (56·62 du 20 Novembre au 7 Décembre), tandis que la moyenne générale du Groupe pendant toute la saison de pêche s'établit à 56·517 ± 0·626.

L'interprétation des résultats obtenus au cours des observations faites pendant l'hiver 1936—1937 montre encore une pénétration nettement marquée des Harengs du Sud de la Mer du Nord en Manche Orientale (9).

Pendant tout le mois de Novembre, la moyenne vertébrale des harengs prélevés se maintient entre 56·40 et 56·50 à part quelques exceptions relevées entre le 3 et le 7 Novembre: (M = 56·60, 56·63 et 56·69).

En Décembre, la moyenne se relève vers 56·60. Il en est de même en Janvier où l'influence des Harengs "guais" (Stade VII et VIII) venant du sud se fait sentir et relève la moyenne vertébrale jusqu'à 56·65.

Dans le Groupe II, au sud de la Somme, on peut noter de même la présence de Harengs du Sud de la Mer du Nord. La moyenne vertébrale générale (pendant toute la saison de pêche) paraît anormalement basse (= 56·62 ± 0·09). Ce n'est que dans les parages de Fécamp et d'Antifer que le Type "Manche" se retrouve avec ses caractéristiques normales: (Moyenne vertébrale = 56·75, supérieure à 56·70 et représentation typique de la variation du nombre de vertèbres).

En Mer du Nord, dans les parages du Dyck et du Sandettié, il est difficile d'admettre avant le début de Décembre une pénétration probable des Harengs du Type "Manche". La moyenne vertébrale reste manifestement inférieure à 56·50 avec le polygone de variation du nombre de vertèbres caractéristique du Type "Sud de la Mer du Nord".

Ce n'est qu'après la mi-Décembre que cette pénétration devient sensible: la moyenne vertébrale se relève au voisinage de 56·60; mais il faut noter, une fois de plus, que ce relèvement de la moyenne vertébrale est surtout dû à l'arrivée dans ce secteur des poissons "guais" (Stade VII et VIII) du Type "Manche" provenant des frayères de la Manche Orientale.

Les mêmes phénomènes paraissent s'être reproduits au cours de la saison 1937—1938 (10).

La transgression en Manche des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" est manifeste entre Gris Nez et l'embouchure de la Somme où tous les échantillons en provenant présentent une moyenne vertébrale inférieure à 56·50 (= 56·42 ± 0·08).

Dans le Groupe II, au sud de la Somme, la moyenne vertébrale tombe à 56·545 ± 0·10. Ce n'est que du 5 au 20 Décembre, au large du Cap d'Ailly que le Type "Manche" se retrouve sur ses frayères (moyenne vertébrale évaluée à 56·72). Plus tard, et pendant tout le mois de Janvier, la présence de Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" se constate encore sur ces pêcheries, et ce n'est que plus au sud au-delà d'Antifer et vers la pointe de Barfleur, que se retrouve le type normal des Harengs de la Manche.

Sur le Dyck, le Sandettié et dans le Sud de la Mer du Nord, le Type "Hareng du Sud de la Mer du Nord" paraît s'être présenté seul sur les frayères de cette région. La moyenne vertébrale constatée en Novembre est faible: 56·42. Elle garde la même valeur en Décembre et jusqu'à la mi-Janvier. Ce n'est qu'à l'apparition des poissons "guais" que l'on constate une augmentation de la moyenne vertébrale due à la pénétration habituelle en Mer du Nord des Harengs du Type "Manche" ayant pondu sur leurs frayères habituelles.

C'est encore une transgression importante en Manche des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" que l'on a constatée pendant la dernière saison de pêche 1938—1939.

En Manche Orientale, aussi bien dans le Groupe I, au nord de la Somme, que dans le Groupe II, au sud de cette rivière, la moyenne vertébrale de tous les échantillons prélevés est restée très faible pendant toute la période de ponte:

Groupe I = 56·585 ± 0·13
Groupe II = 56·530 ± 0·12.

Ce n'est qu'en Décembre, après la ponte, qu'elle se relève entre Gris Nez et l'embouchure de l'Authie pour atteindre et dépasser 56·60 par suite de l'arrivée de Harengs guais (Stade VII et VIII) du Type "Manche".

Au sud de la Somme, elle se maintient constamment au dessous de 56·55 pendant les mois de Décembre et de Janvier et ce n'est qu'en Février, avec l'apparition de nouveaux bancs de Harengs pleins (Stade VI) sur les frayères d'Ailly et d'Antifer qu'elle se relève jusqu'à 56·63 ± 0·10 retrouvant les caractéristiques habituelles du Type "Manche" dominant généralement sur ces frayères.

En Mer du Nord, dans la région du Dyck et du Sandettié, les échantillons de Harengs pleins et bouvards (Stades V et VI) présentent en Novembre une moyenne vertébrale relativement élevée (56·591) indiquant qu'au cours de ce mois, vraisemblablement entre le 10 et le 20, une pénétration de Harengs du Type "Manche" a pu se faire en Mer du Nord. Cette moyenne retombe à 56·50 pendant le mois de Décembre (56·507: Harengs aux Stades V et VI). Pendant le mois de Janvier, malgré l'abondance de Harengs "guais" qui constituent 98 % des individus examinés, elle reste faible = 56·44, présentant encore

les caractéristiques du Type "Sud de la Mer du Nord".

La pénétration des Harengs du Type "Manche" en Mer du Nord paraît donc être restée très épisodique et limitée au cours de la dernière saison 1938—1939, tout au moins dans la région située au sud du Sandettié et du Dyck, dans le voisinage des côtes de France que nous avons particulièrement prospectées.

En Résumé:

L'existence de deux "Populations" distinctes de harengs se rassemblant chaque année sur les frayères de l'espèce en Manche Orientale et à l'entrée Méridionale de la Mer du Nord, peut être considérée comme nettement prouvée après dix années d'observations régulièrement suivies dans cette région de transition.

Le Détroit du Pas-de-Calais ne constitue pas une barrière infranchissable entre ces deux populations, dont l'une (Dogger Bank Herring = Hareng du Sud de la Mer du Nord = Downs Herring) a son domaine normal dans la partie méridionale de la Mer du Nord, et l'autre (Hareng de la Manche = Channel Herring) en Manche.

Il est actuellement indiscutable qu'un échange de population se produit par le Détroit du Pas-de-Calais et les observations répétées ont démontré, à différentes reprises, que les Harengs du Type "Manche" pouvaient pénétrer en Mer du Nord par le Détroit de Douvres (partie occidentale du Détroit du Pas-de-Calais), tandis que, par le Détroit de Calais (partie orientale du même détroit), il se faisait également une pénétration des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" = "Downs Herring", en Manche Orientale.

Le mélange des deux Populations (preuve de cet échange) a été régulièrement constaté par les différents Auteurs qui se sont attachés à l'étude du stock important de harengs concentré au moment de la ponte sur les frayères de la Manche Orientale ou du Sud de la Mer du Nord.

L'importance de cet échange, dans un sens ou dans l'autre, est très variable suivant les années et même suivant l'époque de l'année (entre la mi-Octobre et la mi-Mars). Il ne semble pas lié à aucune règle actuellement bien définie; mais des constatations faites jusqu'à prèsent on peut admettre:

1°. Que la pénétration des Harengs de la Manche en Mer du Nord est absolument nette et *paraît normale après la ponte en* Manche Orientale (après la mi-Décembre): quand les Harengs ayant pondu (Stades VII et VIII) deviennent dénatant.

2°. Que la pénétration des Harengs du Type "Sud de la Mer du Nord" (Downs Herring) en Manche Orientale paraît être également un phénomène normal (bien qu'elle n'ait pu être observée en 1931), particulièrement au début de la saison de pêche: Novembre et Décembre.

Mais le phénomène est très variable dans son ampleur: la pénétration des Harengs de la Mer du Nord en Manche pouvant seulement se limiter sur une étroite bande le long du littoral du Pas-de-Calais jusqu'à l'embouchure de la Somme, ou, au contraire, se manifester nettement et atteindre le littoral de Normandie, au sud de l'embouchure de la Somme.

Il est curieux d'observer que, depuis 1933, cet influx des Harengs de la Mer du Nord en Manche Orientale a été particulièrement marqué et paraît s'être intensifié d'une année à l'autre.

Qu'il se passe dans un sens ou dans l'autre, nous avons attribué aux variations locales des conditions hydrologiques dans le Pas-de-Calais ces fluctuations de l'importance du phénomène d'échange des deux populations, sans avoir pu, jusqu'à prèsent, lui donner une explication plausible.

Il est possible que l'on assiste en ce moment, particulièrement depuis 1933, à un déplacement vers le sud-ouest des Populations de Harengs du Sud de la Mer du Nord.

La moyenne vertébrale observée depuis quelques années sur les frayères du Dyck, Sandettié, Ruytingen, se rapproche sensiblement, en effet, de celle des *Harengs du German Bight*, définis par A. C. Johansen, 1922, (moyenne vertébrale de 56·30 à 56·50), tandis que la moyenne caractéristique du Type Sud de la Mer du Nord (56·50), se retrouve maintenant plus à l'ouest et, depuis quelques années, entre Gris-Nez et l'embouchure de la Somme en Manche Orientale.

Cette constatation peut se faire surtout dans les prélèvements faits dans le voisinage des côtes; car, le fait est à noter en ce qu'il explique la divergence des résultats obtenus par les différents observateurs: l'influence des Harengs de la Manche, à moyenne vertébrale plus élevée, ayant pu pénétrer en Mer du Nord par le Canal de Douvres se fait surtout sentir dans l'établissement de la moyenne vertébrale des échantillons prélevés dans ce secteur *mais plus au large de la côte française.*

Nous rapprocherons, enfin, pour indication — et sans en tirer de conclusion pour le moment — la constatation faite depuis 1931 d'une diminution générale de la moyenne vertébrale du stock de Harengs du Sud de la Mer du Nord et de la Manche Orientale (considéré dans son ensemble), avec la diminution de la teneur en phosphates des eaux de la Manche observée par le Laboratoire de la "Marine Biological Association" de Plymouth.

Les faits connus restent néanmoins insuffisants pour qu'il nous soit possible de conclure actuellement en faveur d'une de ces deux hypothèses.

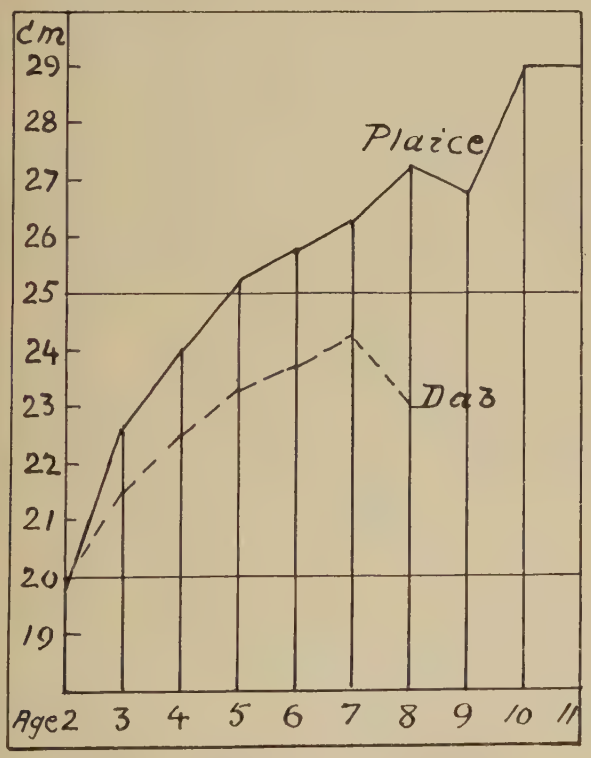
Bibliographie. (voir page 133.)

14.

Preliminary Observations on Variations of Relation between Age and Size of Pleuronectids in the Southern North Sea.

By

G. Gilson.



Mean length in cm. of each age-group.

At the request of the President scientific workers in different countries undertook investigations on the title-subject for comparison with growth of these species in other waters.

Data on this subject are included in several papers by authors who have studied difference of growth in different regions. Numerous data also exist—printed or in manuscripts—in records or logs of Belgian, British, Dutch, French, German, and other laboratories, data that could be used when retabulated for the purpose, provided locality and date have been accurately recorded at the time of capture. Such records must be completed by further researches carried out according to the plan and the aim of this special investigation.

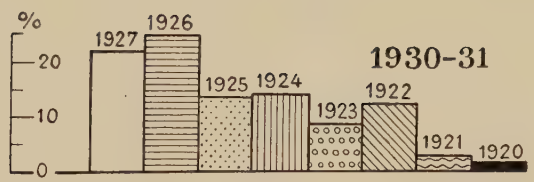
To learn initial difficulties to be expected as early as possible we have commenced this work. The material has been obtained from fishermen working in the Southern North Sea only; three skippers well known for their trustworthiness and capability of determining position at sea were selected and instructed to reserve a number of baskets from separate trawlings, not to be iced. In this way we have so far secured mainly plaice but also dab and flounder, from the Hinder Bank region. 1250 specimens have been measured and otolithed. This number is insufficient but the collection of material will be continued and the attached diagram must be considered a preliminary record only. Our past work reveals the necessity of treating separately fish caught in different localities and at different seasons.

15.

Nine Years of Continuous Survey of an Annual Shoal of Spent Herring on the French-Belgian Coast, 1930—39.

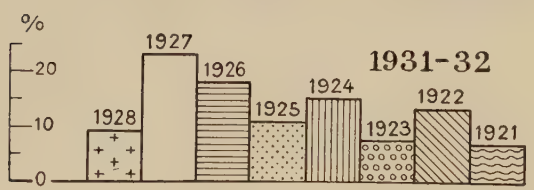
By

G. Gilson.



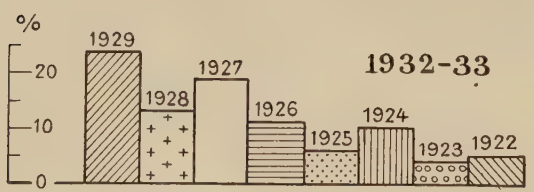
1930—31

Number of herrings examined	1,167	
Mean weight of a day's capture	8,338	kg.
Total weight landed in the season	18,360,596	kg.
Mean value of 100 kg	71	fr.
Total value of the season	13,008,930	fr.
Number of individuals destroyed	217,002,545	



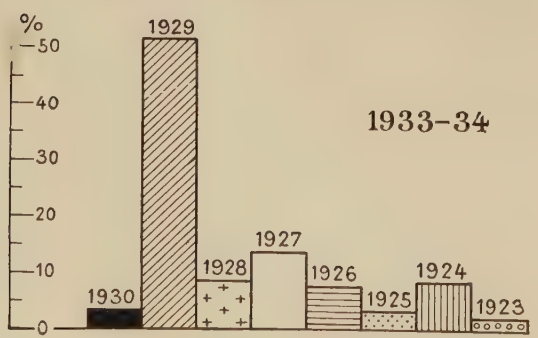
1931—32

Number of herrings examined	783	
Mean weight of a day's capture	5,225	kg.
Total weight landed in the season	3,383,750	kg.
Mean value of 100 kg	108	fr.
Total value of the season	3,642,806	fr.
Number of individuals destroyed	34,992,241	



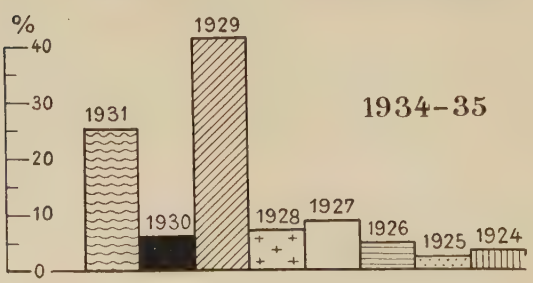
1932—33

Number of herrings examined	1,000	
Mean weight of a day's capture	4,514	kg.
Total weight landed in the season	2,673,185	kg.
Mean value of 100 kg	91,50	fr.
Total value of the season	2,446,867	fr.
Number of individuals destroyed	29,405,035	



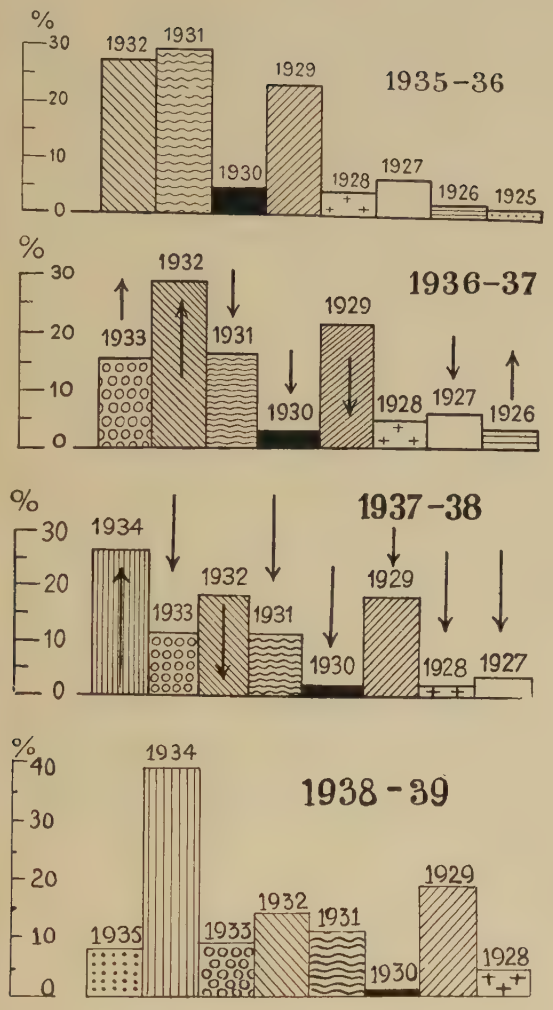
1933—34

Number of herrings examined	1,479	
Mean weight of a day's capture	7,600	kg.
Total weight landed in the season	7,455,800	kg.
Mean value of 100 kg	75	fr.
Total value of the season	5,577,441	fr.
Number of individuals destroyed	76,861,050	



1934—35

Number of herrings examined	1,200	
Mean weight of a day's capture	14,632	kg.
Total weight landed in the season	12,322,990	kg.
Mean value of 100 kg	31.52	fr.
Total value of the season	3,856,044	fr.
Number of individuals destroyed	123,553,199	



Balancing of percentages: number of individuals of each year-class in 100 fishes.

Fig. 1. Biological scale. Percentage number of individuals in each year-class.

1935—36

Number of herrings examined	1,300	
Mean weight of a day's capture	11,120	kg.
Total weight landed in the season	8,595,895	kg.
Mean value of 100 kg	62	fr.
Total value of the season	5,328,754	fr.
Number of individuals destroyed	81,965,880	

1936—37

Number of herrings examined	625	
Mean weight of a day's capture	7,319	kg.
Total weight landed in the season	3,132,460	kg.
Mean value of 100 kg	72	fr.
Total value of the season	2,258,225	fr.
Number of individuals destroyed	31,211,269	

1937—38

Number of herrings examined	575	
Mean weight of a day's capture	5,568	kg.
Total weight landed in the season	807,425	kg.
Mean value of 100 kg	96	fr.
Total value of the season	774,629	fr.
Number of individuals destroyed	6,892,754	
Number of herrings examined in 8 years	8,129	

1938—39

Number of herrings examined	600	
Mean weight of a day's capture	7,238	kg.
Total weight landed in the season	1,845,820	kg.
Mean value of 100 kg	81	fr.
Total value of the season	1,149,170	fr.
Number of individuals destroyed	16,045,013	
Number of herrings examined in 9 years	8,729	

It has been a habit of mine, since 1930, to present every year to the Combined North Sea and Eastern Channel Committee a series of diagrams showing the progress of the results obtained at Ostend, during all previous seasons, on the curious shoals of pure spent herring that concentrate every winter along the French-Belgian coast. Our work has been uninterrupted, always consisting of detailed analyses of daily samples of 30 herrings, bearing on the eight classical points: length, weight, sex, state of gonads, quantity of mesenteric fat, scalimetry, number of vertebrae, content of stomach.

This succession of annual diagrams has been named: The Biological scale of the herring. — A new step is regularly added after the closure of the fishing season each winter.

1. The last step of the scale, season 1938—39, is not materially different from that of previous years. As a whole it is rather low except the column of age-group IV, which is remarkably high: 40%.

2. Interesting as it may be for those engaged in similar studies, this last diagram is, after all, only one step in the course of life of the eight generations considered in the shoals of 1938—39. Let us now consider some of the variations revealed by nine years of continuous observations.

A. Fluctuation.

In this paper fluctuation means the variation of the proportion of one particular year-class in a succession of years. For instance, the fluctuation of the youngest class, the III-Group, is the variation of percentages shown in the left-hand columns of all the superposed diagrams of Fig. 1. Fig. 3 shows in a more intuitive way the fluctuation of the III-Group.

It shows also that there is no regularity or periodicity in fluctuations,—changes in the numeric composition of the classes being submitted to many internal or external agencies, including irregularities in the sampling and the balancing of percentages.

B. Balancing of Percentages.

This effect is very noticeable in certain steps in the biological scale. It is quite clear from some of the diagrams that the lowering of the older columns to the right, as compared with those of the previous year, is not merely the effect of mortality but also of a marked rise of the columns of the younger classes to the left. It may be opportune to remember

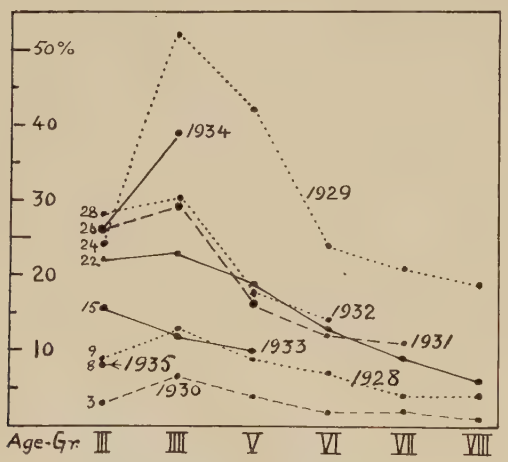


Fig. 2. Oscillation of the year-classes 1928 to 1935 from 1930—1939.

that changes in the percentage of any class must influence all other columns proportionately and inversely.

C. Oscillation. This means the variation of the proportion of *one particular generation*, not a year-class, considered during a succession of years.

The most interesting feature in the oscillation of our spent herring is the fact that *the percentage is always higher in the fourth year than in the third.* Young herrings are *more numerous* in the shoal at their second appearence on the coast than at that of their first. After that age a constant decline appears and from the third *appearance* (when 5 years old) the line in the linear diagram takes a general downwards trend, down to extinction. See Fig. 2.

It is this phenomenon that in 1935 led me to propose the term Oscillation. I consider that a great interest attaches to it, and the more so since we learned that the same oscillation is also noticeable in other concentrations of herrings and even of other fishes. We have tried to find an *explanation* of this peculiarity in the evolution of a generation of fishes[1]),

[1]) See G. Gilson. Fluctuations and Oscillation in a Community of Pure Spent Herring. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. No. 105, III, 12, Copenhagen 1937.

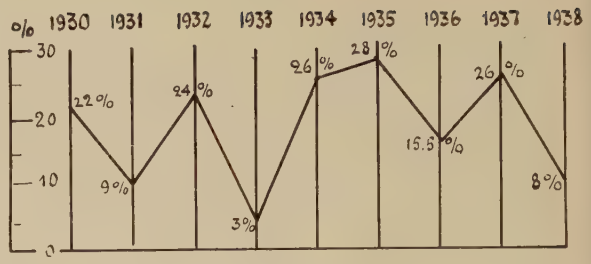


Fig. 3. Fluctuation at first appearance of 3-year-old recruits.

but without obtaining an entirely satisfactory one and I would be obliged for any suggestion as to this matter.

A remarkable exception to the rule of oscillation has been mentioned in my paper of 1938: the young generation born in 1933 and attaining, in 1937—1938, its 4th year of age, ought to have shown a higher percentage than in the previous season.—In fact it *decreased* to a lower figure—see Fig. 2.—The next season we rather expected that it would regain a higher figure by a belated arrival of young recruits, but it did *not* and fell still lower. This prognosticates that the class will remain a bad one until its total extinction. The next *generation*,—that of 1935,—attaining this last season the very high percentage of 39%, shows that the rule of oscillation was broken only for the one year and is now again in force.

4. Variation of the Density of the Shoal of

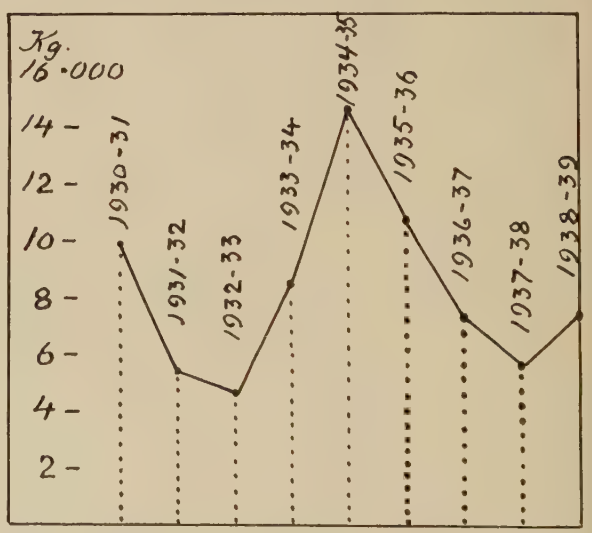


Fig. 4. Average daily catch in kg. of spent herring by Ostend fishermen, 1930—1939.

Spent Herring. This is a very desirable notion, as being the only way to obtain an approximation of the importance of the shoal visiting the coastal waters. It is also the most difficult to determine with some degree of accuracy. The question has been treated

in my first memoire on the spent herring in 1930—31 and the conclusion was that the *mean-weight* of a fishing day is, at the present time, the only obtainable base for an evaluation of the abundance of the spent herring in the duration of a fishing period.

Using the figures supplied by the Fishmarket Office we have drawn the diagram, Fig. 3, in which appears a remarkable periodicity in the variation of the quantity, obtained by calculation, as the mean weight in kilos of one day's fishing in each of the years from 1931 to 1939. This *periodicity* seems to suggest the existence of a correlation between the density of the shoal of spent herrings and some physical conditions periodically prevailing in the sea. Our English colleagues Hodgson and Carruthers have paid attention to the matter and pointed out a remarkable relation between certain *winds acting* on the movement of the *water* and the abundance of *haddock and herring*, in the East Anglian region, and Carruthers[1]) has insisted on the evident parallelism between the graphs of the wind at the Sandettié lightship and that of the variation of the abundance of our spent herrings of Ostend for a series of years.

This is a good example of what may be expected from the establishment of a regular circuit of lightship stations carrying out continuous observations, especially if completed by a system of international quarterly cruises in the intermediate region.

[1]) J. N. Carruthers: Fluctuations in the Herrings of the East Anglian Autumn Fishery, the Yield of the Ostend Spent Herring Fishery, and the Haddock of the North Sea, in the light of relevant Wind conditions. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. No. 107, III, p. 10, 1938.

My aim in presenting to the Committee this sketch of the present state of our work on the coastal spent herring was not only to make known certain particular features in the biology of clupeid fishes, but, mainly, to insist upon the efficiency, necessity and difficulty of continuous observation in this as in many other departments of biology. We all know that ordinarily the value of isolated observations in biological studies is very small: repetition in long series is absolutely required for control, detection of errors and the opening of new ways to investigation and synthetical views.

If we, in Belgium, have succeeded, with scanty means, to obtain some little positive data on fluctuation, oscillation, density of shoals, etc. it was owing to the continuous character of the work we have been able to carry out during many years.

On the other hand we know also that continuous observations in certain departments of biology are generally very laborious and that, as time goes on, they grow tedious. It is hardly to be expected that young scientific people, engaged on personal research and, perhaps, not realizing the importance of collecting positive data for synthetical work, should be willing to take up day by day the monotonous labour of plotting figures, tabulating data, calculating percentages, etc. etc. Continuous investigation is the work for first class technical agents, not for individual scientists, and it must be the task of Governmental Institutions automatically to recruit their technical staff to work under the direction of scientific pioneers of the sea.

16.

Spent Herring from the Silver Pit.

By

G. Gilson.

The Silver Pit is a locality of the North Sea situated South of the Doggerbank, at about 54° North latitude and between 2° and 3° East longitude of Greenwich. The depth is 60 to 70 m. Formerly it was much frequented by Belgian fishermen, but was almost abandoned in later years.

Five Ostend trawlers have been fishing the Silver Pit between February 1st and the end of March 1939 and we know that some boats from Germany and Holland have also been fishing on the same grounds. Samples of 30 herrings, with particulars about locality and time were obligingly given to us by the owners and sea captains[1]).

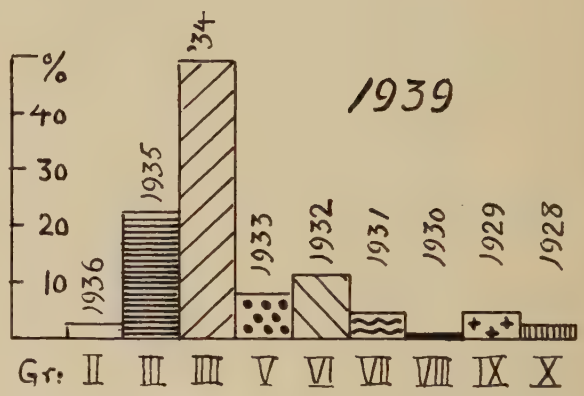
From twelve of the trawlings made by these boats 300 herrings were submitted to the usual 8 points of analysis.

The diagram shows a great similarity of this shoal of northern spents with that of our coastal southern ones. The rule of oscillation is complied with and the height of the columns in the lower part, on the right of the row, varies like the corresponding one in our diagram of coastal herrings for 1939[2]). The columns in the two diagrams, ascend and descend simultaneously. The two high columns of the age-groups, III and IV, show well the balancing effect—the percentage columns of the six older groups are obviously low because the columns of the two younger groups are so weighty.

The vertebrae were counted in all 300 specimens and the mean number was found to be 56·51. This very slightly polyspondylic mean is not based on a sufficient number of individuals to allow a serious discussion as to the affinities of the shoal. Other remarks lead to consider these herrings as related to the Bank herrings rather than to any polyspondylic group.

[1]) These ships were: O. 119 of the firm Brunet et Cie.; O. 86 of the pêcheries-à-vapeur P. V.; O. 88 of the pêcheries-à-vapeur P. V.; O. 275 of the firm Walraevens; O. 342 of the firm Lambrechts.

[2]) See Appendix 15, Fig. 1, last step.



First step of biological scale of the Silver Pit shoal of spent herring. Febr.-March, 1939.

The presence of very small herrings in their 2nd year of age never occurs in the shoal of southern coastal spents and seems particular for the Silver Pit (See diagram).

We intend to follow the evolution of the shoal of the Silver Pit next year, if we see the possibility of obtaining material regularly, notwithstanding the long distance from Ostend and the variability of the fishing industry. Great interest attaches to the question of the origin and the destination of these herrings. Where are the spawning grounds they are coming from and the feeding grounds they are going to after the termination of their resting and fasting period at the Silver Pit?

These questions are not only of biological but also of practical interest: if the spawning ground of these spents was known, it would be possible to prognosticate for the coming year, not only a high percentage of 4 and 5-year-old units, but even a probability of a good fishing season in that region.

17.

Über unperiodische Wasserversetzungen in der Deutschen Bucht.

Von

Erich Goedecke, Hamburg.

Die deutschen Gezeitenuntersuchungen in der Nordsee, besonders im Gebiet der Deutschen Bucht, haben immer wieder gezeigt, dass ausser den durch die Gezeiten bedingten Strömungen, die periodische Wasserbewegungen hervorrufen, resultierende Strömungen unperiodischer Natur aus den jeweils gewonnenen Strombeobachtungen berechnet werden können (1)[1]). Diese sogenannten Restströme sind Wasserbewegungen, die Wassermassen vornehmlich in einer Richtung transportieren. Ihre Ursachen liegen in Wind, Luftdruck einerseits und in dem Zusammenwirken des Zustroms von atlantischem Wasser durch den Kanal und von Norden her, der Süsswasserzuflüsse der grösseren Ströme (Elbe und Weser) und des aus Kattegat und Skagerak stammenden Ostsee-Mischwassers.

Ausser diesen, aus direkten Strommessungen berechneten Restströmungen ist es möglich, auf Grund eines umfangreichen, für ein bestimmtes Meeresgebiet — in diesem Fall die Nordsee — kartographisch niedergelegten hydrographischen Beobachtungsmaterials aus den Änderungen der für bestimmte Zeitabschnitte entworfenen hydrographischen Zustandskarten auf unperiodische Wasserbewegungen zu schliessen. In dieser Richtung, also auf indirektem Wege, haben Wendicke (2) und vor allem Böhnecke (3) gearbeitet. Sie haben auf Grund ihrer Untersuchungen über die regionale Verteilung des Salzgehaltes im Oberflächenwasser und der daraus abgeleiteten Restströmungen der Nordsee für bestimmte Jahreszeiten oder Monate gefunden, dass die Deutsche Bucht von einem zyklonalen Wirbel erfüllt wird.

Durch den systematischen Ausbau der Feuerschiffsbeobachtungen (4), durch die Zunahme der "Augusta"- bezw. "Makrele"-Fahrten der Staatlichen Biologischen Anstalt Helgoland und der vorwiegend in der Deutschen Bucht ausgeführten "Poseidon"-Fahrten (5)—(7), die nach dem Kriege von der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung planmässig ausgebaut wurden, war es möglich, in den Jahren 1919—1938 ein umfangreiches und wertvolles hydrographisches Beobachtungsmaterial zu erhalten.

Mit den vorhandenen Beobachtungen war man instand gesetzt worden, "synoptische" Übersichtskarten für Temperatur und Salzgehalt des Oberflächen- und Bodenwassers der Deutschen Bucht für einen bestimmten Zeitabschnitt zu entwerfen. D.h. mit anderen Worten, wir können heute während einer Forschungsfahrt, die ein bestimmtes hydrographisches Arbeitsprogramm zeitlich nur nacheinander erledigen kann, mit Hilfe der Feuerschiffsbeobachtungen und derjenigen der von der Internationalen Meeresforschung (Kopenhagen) innerhalb der Deutschen Bucht festgesetzten hydrographischen Beobachtungspunkte die monatlichen, wöchentlichen und sogar schon zum Teil die täglichen (interdiurnen) Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen in Übersichtskarten festhalten.

Durch diese eingehende analytische Bearbeitung des umfangreichen Beobachtungsmaterials ist das Vorhandensein einer stark ausgeprägten Diskontinuität im hydrographischen Aufbau der Deutschen Bucht festgestellt worden. Diese Diskontinuität ist die in ungefähr SE.—NW.licher Richtung verlaufende Konvergenz der Deutschen Bucht. Sie ist auf allen hydrographischen Karten der Deutschen Bucht immer wieder festzustellen. Als Beispiel hierfür kann die von Zorell [siehe unter (5) auf Tafel 22 die Figur 68] für den 23.—25. Juni 1930 gezeichnete synoptische Salzgehaltskarte der Oberfläche gelten. Die Entstehung dieser Konvergenz ist in erster Linie dynamisch bedingt. Sie wird durch

[1]) Diese und die folgenden Ziffern beziehen sich auf das Schrifttum am Schluss dieser Abhandlung.

Fig. 1. Wasserversetzungen (Restströmungen) an der Oberfläche der Deutschen Bucht.
Grundlage: Synoptische Salzgehaltskarte vom 23.—25. Juni 1930.

das Zusammentreffen des nach Osten in die Deutsche Bucht eindringenden salzreicheren und damit spezifisch schwereren Nordseewassers und des nach Nordwesten setzenden salzärmeren und damit spezifisch leichteren Küstenwassers herausgebildet. Durch die intensive Vermischung dieser beiden sich überlagernden Wasserkörper entstehen kräftig ausgebildete dynamisch bedingte Wirbel, die der Konvergenz der Deutschen Bucht ein charakteristisches Gepräge verleihen. Sie ordnen sich in einem ungefähr von Südosten nach Nordwesten orientierten Mischungsgebiet mit besonders ausgeprägtem Salzgehaltsgradienten ein. Durch Vergleich der einzelnen von Zorell (5) bisher veröffentlichten und vom Verfasser ausgearbeiteten Salzgehaltskarten für die Oberflächenverhältnisse der Deutschen Bucht miteinander ist man in der Lage, auf Wasserbewegungen unperiodischer Art in diesem Meeresgebiet zu schliessen. Der Verfasser bediente sich derselben Methode, die Böhnecke [siehe under (3) auf S. 19, Abschnitt IV 2] für die Ableitung der Restströmungen an der Oberfläche der gesamten Nordsee mit Erfolg benutzte. Die in den einzelnen Übersichtskarten ausgeprägten verschiedenartigen Ausbiegungen und Auslappungen der Isohalinen in bestimmten Gebieten der Deutschen Bucht, besonders in der Konvergenzzone, lassen in eindeutiger Weise das wirbelartige Ineinandergreifen der beiden unterschiedlichen Wasserkörper erkennen. Als erstes Ergebnis der für dieses Gebiet bisher einmaligen Untersuchungen wird in der Figur 1 ein Gesamtbild von den wahrscheinlichen unperiodischen Wasserversetzungen (Restströmungen) an der Oberfläche der Deutschen Bucht auf Grund der synoptischen Salzgehaltskarte vom Juni 1930 wiedergegeben. Man erkennt, dass sich für diese betreffende Jahreszeit wahrscheinlich insgesamt fünf in zyklonaler Richtung drehende Wirbel herausgebildet haben. Bemerkenswert ist ihre Lage innerhalb der Konvergenzzone der Deutschen Bucht. Der südliche Wirbel I — die einzelnen Wirbel werden von Süden nach Norden fortlaufend mit römischen Ziffern gekennzeichnet — entsteht vor dem Flussmündungsgebiet der Jade-Weser und liegt ungefähr in 53°55′ N. und 08°05′ E. Im Gebiet der Helgoländer Bucht befinden sich der Wirbel II südöstlich von Helgoland vor dem weit ausgedehnten Flussmündungsgebiet der Elbe in ungefähr 54°07′ N. und 08°08′ E. und der Wirbel III nordöstlich von der Insel vor dem Gebiet der Hever- und Eidermündungen (auf der Höhe der Halbinsel Eiderstedt) in ungefähr 54°20′ N. und 08°08′ E. Diese beiden nördlich und südlich des Helgoland Flachs (8) gelegenen Wirbel sind auf jeder bis heute vorhandenen Salzgehaltsoberflächenkarte in mehr oder weniger stark ausgeprägter Weise festzustellen. Mit ihrem tatsächlichen Vorhandensein wird auch bei weiteren Untersuchungen in diesem Gebiet stets zu rechnen sein. Die frühere Annahme von der Ausbildung eines zyklonalen Wirbels um den Helgoländer Felssockel muss daher nach den heutigen Befunden gänzlich fallen gelassen werden [vgl. (7) auf S. 22 oben]. Die nach Westen vorspringende nasenförmige Ausbuchtung des Helgoland Flachs mit dem am äussersten Ende aufsitzenden Helgolandsockel, der zweifellos als ein ausgesprochenes Störungsgebiet in dem nach Osten setzenden Strömungssystem vor der ostfriesischen Küstenzone anzusehen ist, bedingt eben die Ausgestaltung zweier von einander getrennt liegender Wirbel nordöstlich bezw. südöstlich von Helgoland. Wir müssen auf Grund der vom Verfasser bearbeiteten, noch nicht veröffentlichten hydrographischen Übersichtskarten der Bodenwasserverhältnisse annehmen, dass die Ausbildung dieser Wirbel in diesem verhältnismässig flachen Gebiet der Helgoländer Bucht tiefgründig ist, sodass ihre Lage auch noch von besonderen morphologischen Verhältnissen des betreffenden Meeresbodens bestimmt wird.

Sehr bemerkenswert ist die Lage der beiden nördlichen Wirbel IV und V. Ihre Kerngebiete liegen in ungefähr 54°23′ N. und 07°25′ E. auf der Höhe der Hevermündung, bezw. 54°38′ N. und 07°10′ E. auf der Höhe der Insel Amrum. Sie sind gegenüber den südlich von ihnen in fast meridionaler Richtung gelegenen Wirbeln erheblich weit nach Westen gerückt. Vergleichen wir einmal die Lage der fünf Wirbel mit dem Verlauf der Isobathen in der von Zorell wiedergegebenen Tiefenkarte der Deutschen Bucht [siehe unter (5) die Tafel 1], so stellen wir fest, dass die Wirbel I bis III entweder an oder innerhalb der 20 m.-Kante, die Wirbel IV und V weiter nördlich dagegen aber an der 30 m.-Tiefenlinie liegen. Dies ist vielleicht kein Zufall. Denn erstens deckt sich die Lage des Konvergenzgebietes mit der nach Nordwesten ausstreichenden und flächenhaft breiter werdenden Tiefenzone von 20 bis 30 m. Zweitens beruht die Zurückdrängung der südlichen Wirbel I bis III nach Osten darauf, dass südlich von Helgoland der tiefer als 30 m. liegende Meeresboden sich trichterförmig weit nach Osten in die innere Deutsche Bucht hineinerstreckt [siehe auch die Tiefenkarte unter (8)]. Da das aus Westen stammende salzreichere und damit spezifisch schwerere, in die Bucht einströmende Nordseewasser vornehmlich die tieferen Gebiete aufsucht, ist es plausibel, dass der von Böhnecke im grossen Rahmen näher aufgezeigte grosse Deutsche Bucht-Wirbel nicht nur auf Grund des Einflusses der ablenkenden Kraft der Erdrotation auf das vorhandene Dichtegefälle und desjenigen meteorologischer Faktoren auf die Wasseroberfläche der Bucht, sondern auch auf Grund des Einflusses der besonderen orographischen Verhältnisse des Meeresbodens der Deutschen Bucht auf das sich in diesem Gebiet ausbildende Strömungssystem in zyklonaler Richtung drehen muss. Wir können daher mit Bestimmtheit nach den Ergebnissen der bis heute in der Deutschen Bucht angestellten hydrographischen Untersuchungen folgendes annehmen: Der von Böhnecke angenommene zyklonale grosse Buchtwirbel stellt sich uns als ein von SE. nach NW. streichendes Konvergenzgebiet dar, in dem zwei hydrographisch verschieden aufgebaute Wasserkörper zusammentreffen, die innerhalb dieses von ihnen hervorgerufenen Systems auf Grund ihrer dynamischen Eigenschaften in bestimmten Gebieten der Deutschen Bucht zyklonal

drehende Wirbel herausbilden. Im vorliegenden Fall wurden sie bis zu fünf voneinander unabhängig festgestellt. Weitere Untersuchungen hierüber haben ergeben, dass sie keineswegs stationäre Gebilde sind, sondern dass ihr Auftreten zu verschiedener Jahreszeit mehr oder weniger stark ausgeprägt sein kann und ihre geographische Lage einmal von dem jeweils überwiegenden Ein- oder Ausstrom der beiden Wasserkörper abhängig ist, also damit von der Lage der Konvergenzzone, und zum anderen durch den Einfluss besonderer meteorologischer Faktoren auf das jeweils vorhandene Strömungssystem bedingt wird. Gerade die Untersuchung der jahreszeitlichen Schwankungen dieser unperiodischen Strömungen wird noch manche Feinheiten im dynamischen Aufbau der Deutschen Bucht herausholen. Dazu ist aber ein umfangreiches Beobachtungsmaterial von in dieser Bucht engliegenden Stationen allererste Voraussetzung. Demgegenüber soll auch nicht unterdrückt werden, dass eine derartige rein qualitative Darstellung unperiodischer Wasserbewegungen nur aus dem Verlauf der Isohalinen für ein so ausgeprägtes Gezeitenmeer wie die Deutsche Bucht sehr viel Hypothetisches enthält (9). Diese Strombilder sollen auch nicht als endgültig hingestellt werden. Solange aber keine Ergebnisse von direkten Strommessungen, die auf quantitativer Grundlage Aussagen über unperiodische Wasserbewegungen machen können, in zusammenhängender Weise vom ganzen Bereich der Deutschen Bucht ausser den bereits in ihrem engeren Küstengebiet gewonnenen Strombeobachtungen (10) —(13) vorliegen, solange können derartige, in der beigefügten Abbildung wiedergegebenen Strombilder gewissen Fragen der Fischereibiologie und der Planktonkunde vorerst dienlich sein.

Schrifttum.

1. L. Möller, Ergebnisse neuer hydrographischer Untersuchungen in der Nordsee. Verhdlg. d. 21. Deutsch. Geographentages zu Breslau, Juni 1925, S. 232, Berlin, 1926.
2. F. Wendicke, Hydrographische und biologische Untersuchungen auf deutschen Feuerschiffen der Nordsee 1910/11. Veröff. d. Inst. f. Meereskunde, Berlin, N. F. A, H. 3, Berlin, 1913.
3. G. Böhnecke, Salzgehalt und Strömungen der Nordsee. Ebenda, H. 10, Berlin, 1922.
4. Deutsche Seewarte, Meereskundliche Beobachtungen auf deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee 1924—1937, Hamburg, 1928—1938.
5. F. Zorell, Beiträge zur Hydrographie der Deutschen Bucht. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, 54. Bd., Nr. 1, Hamburg, 1935.
6. E. Goedecke, Der Kalkgehalt im Oberflächenwasser der Unterelbe und Deutschen Bucht. Ebenda, 55. Bd., Nr. 1, Hamburg, 1936.
7. E. Goedecke, Beiträge zur Hydrographie der südlichen Nordsee. Ebenda, 57. Bd., Nr. 1, Hamburg, 1936.
8. E. Goedecke, Beitrag zur Hydrographie der Helgoland umgebenden Gewässer. I.: siehe Tiefenkarte auf Tafel 17. Ann. d. Hydr. usw., 67. Jhrg., H. IV, S. 161, Berlin, 1939.
9. A. Schumacher, Eine neue Darstellung der Oberflächenströmungen in der Nordsee von G. Böhnecke. Ebenda, 51. Jhrg., H. IV, S. 90, Berlin, 1923.
10. A. Schumacher, Die Gezeiten der Sylter Gewässer nach den Beobachtungen im August 1921. — Die Gezeitenströmungen. Aus d. Arch. d. Deutschen Seewarte, 41. Bd., Nr. 2, Hamburg, 1923.
11. H. Thorade, Die Schwankungen des Wasserspiegels. Ebenda.
12. H. Thorade, Gezeitenuntersuchungen in der Deutschen Bucht der Nordsee. Ebenda, 46. Bd., Nr. 3, Hamburg, 1928.
13. H. Mandelbaum, Gezeitenströme und Restströme bei Borkumriff-Feuerschiff auf Grund von Beobachtungen der Jahre 1924 bis 1928. Ebenda, 53. Bd., Nr. 4, Hamburg, 1934.

18.

Über jahreszeitliche Schwankungen des hydrographischen Zustandes im südlichen Barentsmeer und im Gebiet Lofoten—Bäreninsel—Spitzbergen.

Von

Erich Goedecke, Hamburg.

Für die Hydrographie und Fischereibiologie haben immer diejenigen im Laufe vieler Jahre von verschiedenen Nationen auf ihren Forschungsfahrten erzielten hydrographischen Ergebnisse besondere Bedeutung, die Aussagen über den kontinuierlichen Ablauf der hydrographischen Verhältnisse in einem bestimmten Meeresgebiet machen können. Gerade die jährlichen und vor allem die jahreszeitlichen Veränderungen des hydrographischen Zustandes des Meeres, die periodischen und unperiodischen Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt desselben in horizontaler und vertikaler Richtung bilden für manche Fragen der Fischereibiologie eine unentbehrliche Grundlage. Der Verfasser hat daher einmal versucht, für die Fischereigebiete des Europäischen Nord- und Barentsmeeres, die in den letzten Jahren wieder in den Vordergrund rückten, aus der bisher erschienenen hydrographischen Literatur alles das zusammen zu stellen, was einen Einblick in etwaige jahreszeitliche Veränderungen der hydrographischen Verhältnisse in diesen Meeresgebieten geben könnte. Dieses rein hydrographische Problem muss einmal angefasst werden. Es ist deshalb so wichtig, weil gerade heute wieder die Fischereibiologie mit Problemstellungen an die Hydrographie herantritt, die alle in derselben Linie des einen wichtigen hydrographischen Problems liegen: "Wie sind die jahreszeitlichen Veränderungen der hydrographischen Verhältnisse in einem Jahr und von Jahr zu Jahr und warum verlaufen sie so?" Wir können von hydrographischer Seite z. B. auf die Frage der verschiedenartigen Schwankungen der Fischerei-Fangergebnisse bei den Lofoten, bei der Bäreninsel oder im Barentsmeer keine eindeutige Antwort geben, die vielleicht bemerkenswerte Ergebnisse über periodische oder unperiodische Veränderungen bestimmter physiko-chemischer Verhältnisse dieser Meeresgebiete enthält. Da bis heute in der vorhandenen hydrographischen Literatur nur Weniges über hydrographische Schwankungen im offenen Europäischen Nord- oder Barentsmeer zu finden ist, möchte der Verfasser mit diesem vorliegenden Bericht gewisse Anregungen zu dem oben herausgestellten Problem geben.

Über jährliche Veränderungen des hydrographischen Zustandes des Europäischen Nordmeeres für einen bestimmten Monat oder für eine bestimmte Jahreszeit weiss man besser Bescheid. Für die gesamte norwegische Küstenregion bleiben die Ergebnisse früherer Untersuchungen von Helland-Hansen und Nansen und neuerdings diejenigen von Eggvin bedeutend. Aufschlussreich sind die Veränderungen der hydrographischen Verhältnisse im Westfjord während der Frühjahrsmonate März und April von Jahr zu Jahr, ebenso an der Finnmarkenküste während der Monate April und Mai [siehe Eggvin (1)—(3)]. In hydrographischer Hinsicht war der besonders starke Einfluss des atlantischen Einstroms in das Europäische Nordmeer auf die thermischen Verhältnisse des norwegischen Küstenwassers in den Jahren 1934/35 charakteristisch. Dieser Einfluss ist dann in den folgenden Jahren wieder zurückgegangen. Hierbei wurden im Jahre 1936 niedrigere Bodentemperaturen gemessen als im nächsten Jahre 1937.

Von Eggvin sind ferner die jahreszeitlichen Schwankungen der Bodenwassertemperaturen an den vier permanenten ozeanographischen Stationen des norwegischen Fischerei-Direktoriums: Sognesjøen, Eggum, Skrova und Ingøy für die Jahre 1935—1937 in ausführlicher Weise veröffentlicht worden (4). Sie zeigen u. a. folgendes: die Minimaltemperaturen des Bodenwassers werden im Frühjahr (April/Mai), die Maximaltemperaturen im Winter (Dezember/Januar) erreicht.

Besonders gut sind wir über die bisher beobachteten Temperaturschwankungen im Bodenwasser der Fjorde, vom Oslo-Fjord bis zum Varanger-Fjord, unterrichtet (4)—(5).

Über hydrographische Jahresschwankungen der offenen See innerhalb der norwegischen Küstenregion ist in dem Werk "The Norwegian Sea" von Helland-Hansen und Nansen (6), das heute noch das Standardwerk für dieses Meeresgebiet bleibt, in einem kurzen Abschnitt folgendes zu finden:

Die jahreszeitliche Schwankung des Küstenwassers [1903, Stat. I ($\varphi = 61°00'$ N., $\lambda = 04°10'$ E.), 10 Sm. seewärts vom Sognefjord] beträgt in 0 m. 9·0° C. und 4·14 ‰, in 200 m. Tiefe nur 1·2° C. und 0·04 ‰. Im Sommer besitzt das Küstenwasser seine maximale Ausdehnung nach Westen unter Bildung einer dünnen Oberflächendeckschicht. Die Temperatur-Extreme für das Oberflächenwasser werden im Februar (Minimum) und August (Maximum) erreicht, die Extreme des Salzgehaltes im August (Minimum) und November (Maximum).

Die jahreszeitliche Schwankung an einem Punkt innerhalb des Norwegischen Atlantischen Stroms, der Hauptströmung längs des Kontinentalabfalls, stellt sich nach Helland-Hansen und Nansen (6) in der Weise dar, dass die 35 ‰-Grenze zwischen dem atlantischen und Küstenwasser im Frühling und Sommer weiter ab von der Küste liegt als in den übrigen Jahreszeiten [Sognefjord-Schnitt (1903)].

In vertikaler Richtung ist das folgende Bild zu beobachten: Im Sommer bildet sich eine thermische und haline Schichtung heraus, das Küstenwasser als Deckschicht liegt über dem spezifisch schwereren atlantischen Wasser. Im Winter dagegen wird durch die überwiegende Abkühlung Vertikalkonvektion ausgelöst. Dadurch stehen, vertikal gesehen, die Isothermen und Isohalinen fast senkrecht zur Meeresoberfläche, d. h. instabile Lagerung der Wasserkörper herrscht vor, dabei ist das Küstenwasser zurückgedrängt worden. Durch das Absinken des abgekühlten, nunmehr spezifisch schwereren Oberflächenwassers bildet sich eine bis zu 200 m. dicke homotherme Deckschicht heraus. Die jährliche Temperaturschwankung wird im atlantischen Wasserkörper mit 3·42° C. in 0 m., mit 0·9° C. in der Tiefe unter der 35 ‰-Grenze angegeben.

Von der Hydrographie des Barentsmeeres kennen wir im besonderen den Sommerzustand auf Grund der deutschen Ergebnisse (7)—(9). Gleichfalls sind die hydrographischen Verhältnisse der Westspitzbergengewässer während der Sommerjahreszeit in eingehender Weise von norwegischer Seite untersucht worden (10)—(11).

Um nun weiter in das Problem der jahreszeitlichen Schwankungen der hydrographischen Verhältnisse im offenen Meere einzudringen, wurden von deutscher Seite durch die Deutsche Wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung vier wissenschaftliche Fischerei-Fahrten auf gecharterten deutschen Fischdampfern moderner Bauart in das Europäische Nord- und Barentsmeer in den Jahren 1937/38 ausgeführt (12)[1]). Diese Forschungsreisen sollen Vorarbeiten für spätere in noch grösserem Umfange geplante gemeinsame fischereibiologische und hydrographische Untersuchungen in diesen Meeresgebieten auf dem Neubau "Poseidon" sein. Die erste Forschungsfahrt auf F.D. "J. H. Wilhelms" fand im Oktober 1937 statt. Sie führte in das südliche Barentsmeer von der Finnmarkenküste nach dem Nordtief und der Ostmulde, von hier nach Kap Kanin, an der sibirischen Küste entlang nach der Petschoramündung und zurück nach der Gänsebank und dem Nordtief. Im Jahre 1938 wurden drei wissenschaftliche Fischereifahrten auf dem F.D. "Heinrich Baumgarten" im Gebiet der Lofoten, des südlichen Barentsmeeres, der Bäreninsel und westlich von Spitzbergen ausgeführt. Auf diesen Fahrten konnten in systematischer Weise zahlreiche hydrographische Serienbeobachtungen bis zu 600 m. Tiefe gewonnen werden. Die erste Fahrt des Jahres 1938 fand im Frühjahr (März/April) statt und führte an der Küste Nordwest-Norwegens (Beginn der Reise auf der Röst-Bank) vorbei in das südliche Barentsmeer. Hier wurde vor allem im Gebiet an der Finnmarken- und Murmanküste bis ungefähr 42° E. Lg. und nördlich dieses Küstengebietes bis ungefähr 71°15′ N. Br. gearbeitet. Gleich im Anschluss an diese erste Frühjahrsfahrt wurde eine zweite im April/Mai 1938 ausgeführt. Eine hydrographische Aufnahme vom Gebiet zwischen der Romsdalsbank und querab Sletnes (Finnmarken) war der erste Teil dieser Forschungsreise. Von hier ab wurden im zweiten Teil Schnitte durch die Bäreninselsenke und südlich der Bäreninsel gelegt. Gegen Ende des Sommers 1938 wurde eine weitere wissenschaftliche Fischdampferfahrt ausgeführt und zwar zuerst im Gebiet der Lofoten, dann zwischen dem Tromsö Flach und der Bäreninsel, auf der Spitzbergenbank zwischen der Hoffnungsinsel und West-Spitzbergen und besonders im Westen von Spitzbergen bis auf rund 78°30′ N. Br.

Diese vier in den Jahren 1937/38 ausgeführten wissenschaftlichen Fischdampferfahrten sind für die hydrographischen Untersuchungen insofern von Bedeutung, als sie wertvolles hydrographisches Beobachtungsmaterial ausser aus Sommer- vor allem aus den Wintermonaten gewonnen haben. Ein Vergleich der aus diesen Forschungsfahrten gewonnenen neuen hydrographischen Ergebnisse mit denen früherer Untersuchungen in diesen Meeresgebieten ist sehr schwierig. Die Zusammenfassung der älteren und dieser neuen Momentanbilder der hydrographischen Verhältnisse im Europäischen Nord- und Barentsmeer gestattet heute noch nicht, einen jahreszeitlichen Verlauf von Temperatur und Salzgehalt bestimmter Regionen dieser Meeresgebiete aufzustellen. Es ist daher von deutscher Seite geplant, diese Forschungsfahrten innerhalb einer längeren und in sich geschlossenen Beobachtungsperiode oft zu wiederholen und zwar zu verschiedenen Jahreszeiten.

Im folgenden werden einige Ergebnisse auf Grund dieser deutschen Fischereifahrten mitgeteilt; sie sollen einen ersten Einblick in die möglich vorhandenen jahreszeitlichen Veränderungen geben. Die Tabelle 1

[1]) Siehe auch diesen Band, Teil I, S. 7, North-Eastern Area Ctee, Adm. Report, mit Karte S. 9.

Tabelle 1.

Absolute Temperaturdifferenzen zwischen Frühjahrs- und Sommer-(Herbst-)Beobachtungen aus ausgewählten Regionen des Europäischen Nord- und Barentsmeeres[1]).

Beobachtungszeit	Position $\varphi =$	$\lambda =$	0 m.	100	200	300	400 m.
1. Bäreninsel-Region.							
April 1938.....	74°23′ N.	17°10′ E.	5·17°	4·65°	4·12°[2])	—°	—°
Sept. 1938.....	74°27′	17°14′	3·89	4·04	4·49[2])	—	—
		$d =$	**1·28**	**0·61**	**0·37**	—	—
2. Region der Bäreninselsenke.							
April 1938.....	73°39′	26°42′	3·26	3·51	3·47	3·20	2·66
Sept. 1938.....	73°43′	25°50′	7·67	4·44	3·88	3·64	2·96
		$d =$	**4·41**	**0·93**	**0·41**	**0·44**	**0·30**
3. Finnmarken-Küstenregion.							
Okt. 1937.....	70°50·5′	29°50′	8·47	8·49	6·85	4·55	—
März 1938.....	70°50·5′	30°12·5′	3·57	4·61	5·04	4·93	—
		$d =$	**4·90**	**3·88**	**1·81**	**0·38**	—
4. Vardö Tiefenregion.							
Okt. 1937.....	70°21′	31°35′	8·17	7·45	5·82	5·47	4·38
März 1938.....	70°22·5′	31°41′	3·70	3·82	4·23	4·76	5·15
		$d =$	**4·47**	**3·63**	**1·59**	**0·71**	**0·77**
5. Region der Ostmulde (südl. Barentsmeer).							
Okt. 1937.....	71°43′	39°25′	6·47	3·27	+0·77	—0·34	—
März 1938.....	71°17′	39°44·5′	3·06	1·83	+0·56	—0·20	—
		$d =$	**3·41**	**1·44**	**0·21**	**0·14**	—
6. Andenes-Region (Vesteraalen).							
April 1938.....	69°24′	15°17′	6·18	6·11	5·99	5·86	5·60
Sept. 1938.....	69°23′	15°13′	12·56	7·25	7·28	7·74	7·06
		$d =$	**6·38**	**1·14**	**1·29**	**1·88**	**1·46**
7. Region westl. d. Röstbank (Lofoten).							
März 1938.....	68°19′	11°00′	5·07	6·98	6·85	6·86	6·87
Sept. 1938.....	68°22′	10°55′	13·48	7·51	7·20	7·07	7·00
		$d =$	**8·41**	**0·53**	**0·35**	**0·21**	**0·13**

[1]) Sämtliche Temperatur-Tiefenwerte wurden durch graphische Interpolation auf gleiche Tiefenhorizonte reduziert.
[2]) Werte gelten für 150 m.

gibt an, wie gross die Temperaturunterschiede zwischen den Frühjahrs- und Sommer-(Herbst-)Beobachtungen an ungefähr ein und demselben Punkt in verschiedenen Tiefen und in verschiedenen Regionen des offenen Europäischen Nord- und Barentsmeeres sein können. Nach Vergleich mit den Angaben von Helland-Hansen und Nansen (6) liegen die in dieser Tabelle angeführten Beobachtungsmonate ganz in der Nähe der Monate mit den bisher festgestellten Extremtemperaturen. Daher können wir für den vorliegenden Fall die in der Tabelle 1 errechneten Temperaturunterschiede als mögliche Grenzwerte für die zu erwartenden jahreszeitlichen Temperaturschwankungen im Oberflächen- und Tiefenwasser bestimmter Regionen dieser Nordmeere ansehen. Die hinlänglich bekannte Tatsache, dass die jährlichen Temperaturschwankungen im Küstenwasser grösser sind als im Wasser der offenen See und dass sie in diesen Gebieten wahrscheinlich mit zunehmender geographischer Breite abnehmen, wird durch diese tabellarische Zusammenstellung der beobachteten Temperaturdifferenzen weiterhin gestützt. Es ist aber auffällig, dass die im Oberflächenwasser der Andenes- und Lofotenregion festgestellten Temperaturunterschiede zwischen den Frühjahrs- und Herbstbeobachtungen 1938 sehr viel grösser sind als die von den norwegischen Forschern (6) ermittelten Temperatur-Jahresschwankungen in viel südlicher gelegenen Meeresgebieten (Sognefjord). Weiterhin ist sehr bemerkenswert, dass das Eindringen der jährlichen Temperaturschwankung in die Tiefe in den verschiedenen Meeresregionen (siehe Tabelle 1) auch verschieden ist. Als Durchschnittswert für die Tiefenwirkung der jährlichen Temperaturperiode (gültig für alle Meere) ist wohl heute 200 bis 300 m. anzusetzen (13). Besonders fallen nach den neuesten Beobachtungen hierüber vor allem die Gebiete westlich der Lofoten und Vesteraalen, im Norden die Finnmarken- und Vardö Tiefenregion heraus. In 400 m. wurden hier noch jährliche Temperaturschwankungen von $^1/_{10}$ bis $1^1/_2$° C. beobachtet. Dies sind gerade diejenigen Meeresgebiete, die in den letzten Jahren mehr oder weniger stark unter dem Einfluss eines verstärkten atlantischen Einstromes gestanden haben. Die jährlichen Temperaturzustandsdiagramme für bestimmte Beobachtungspunkte in diesen Meeresregionen zeigen in vertikaler Richtung

eine Zunahme der instabilen Lagerung der verschieden temperierten Wasserkörper gerade in den Tiefen von 0 bis 400 m. und mehr gegenüber früheren Untersuchungsergebnissen.

Weiteres soll in diesem Zusammenhang über die wahrscheinlichen jahreszeitlichen Temperaturschwankungen in diesen Meeresgebieten vorläufig nicht gesagt werden. Denn wir müssen uns bei allen diesen interessanten hydrographischen Untersuchungen immer wieder vergegenwärtigen, dass wir auf Grund der heutigen in diesen Meeren angewandten Beobachtungsmethode nicht die jährlichen Temperaturschwankungen in ein und demselben Wasserkörper verfolgen, sondern die jahreszeitlichen Temperaturveränderungen an einem festen Punkt in den verschiedenen Regionen des Europäischen Nord- und Barentsmeeres beobachten. Welche unkontrollierbaren Fehler sich gerade vom dynamisch-ozeanographischen Standpunkt gesehen bei dieser Methodik der Gewinnung sich wiederholender hydrographischer Tiefenserien an ein und demselben Beobachtungsort einschleichen können, ist heute noch nicht abzuschätzen.

Zu dieser Schwierigkeit tritt nun für die Aufstellung eines Jahresgangs von Temperatur und Salzgehalt in verschiedenen Tiefenhorizonten dieser Nordmeere eine weitere sehr unangenehme hinzu. Nach den bisherigen Ergebnissen umfangreicher Untersuchungen auf klimatologischem Gebiet von SCHERHAG (14)—(15) ist anzunehmen, dass in den letzten Dezennien eine säkulare Erwärmung der Atmosphäre der Nordhalbkugel stattgefunden und dass dieser klimatologisch bedeutende Faktor auch einen massgeblichen Einfluss auf die darunterliegende Hydrosphäre ausgeübt hat. Es ist in diesem Zusammenhang sehr interessant, dass nach Vergleich der neuen mit früheren in diesen Meeresgebieten gewonnenen ozeanographischen Beobachtungen dieselbe Feststellung auf hydrographischem Gebiet die zuerst von meteorologischer Seite wiedergegebene Anschauung über eine säkulare Erwärmung der Atmo- und Hydrosphäre weiterhin befestigt. In der Tabelle 2 sind die Temperaturreihen

Tabelle 2.

Vertikale Temperaturverteilung in der Westspitzbergen-Region (vor dem Eis-Fjord) im Aug. 1912 und Sept. 1938.

	$\varphi = 78°05'$ N., $\lambda = 13°12'$ E. August 1912	$\varphi = 78°06'$ N., $\lambda = 11°20'$ E. September 1938
0 m	2·2° C.	2·95° C.
20	1·11	3·70
50	+2·46	4·10
100	—0·22	3·30
200	+0·30	4·11

vom August 1912 (11) und September 1938, welche die säkulare Erwärmung für die Westspitzbergen-Region (vor dem Eingang zum Eis-Fjord) verdeutlichen sollen, angeführt. Wir sehen, dass nicht nur eine Erwärmung der oberflächlichen, sondern gerade in verstärktem Masse der Tiefenwasserschichten stattgefunden haben muss. Es ist natürlich sehr schwierig, genaueres über derart zeitlich weit auseinanderliegende Beobachtungsreihen aussagen zu wollen. In der Tabelle 3 sind die hydrographischen Verhältnisse der Tiefenschichten im Gebiet der Bäreninselsenke vom August 1927 (9) und vom September 1938 gegenüber-

Tabelle 3.

Vertikale Temperaturverteilung in der Region der Bäreninselsenke im August 1927 und September 1938 ab 200 m. Wassertiefe.

	$\varphi = 73°30'$ N., $\lambda = 26°00'$ E. August 1927	$\varphi = 73°43'$ N., $\lambda = 25°50'$ E. September 1938
200 m	2·51° C.	3·88° C.
250	2·35	3·90
300	2·45	3·64
350	1·05	3·40
400	—	2·96
450*)	1·02	2·50

*) Für Aug. 27: Tiefe = 430 m.; für Sept. 38: Tiefe = 450 m.

gestellt worden. Auch hier ist eine in allen Tiefenhorizonten (bis zu 450 m. Tiefe!) wahrnehmbare Zunahme der Tiefenwassertemperatur festzustellen.

Bei allen neueren Untersuchungen der hydrographischen Verhältnisse des südlichen Barentsmeeres hat sich also herausgestellt, dass der Wärmehaushalt vor allem der Tiefen- und Bodenwasserschichten dieses Meeres gegenüber früheren Beobachtungen grösser geworden ist. In der Tabelle 4 wird für die Finnmarken-Küstenregion die Lage der oberen Grenze der kälteren Bodenwasserschicht mit $\leq 5°$ C. im August 1927 (9) und Oktober 1937 angegeben.

Tabelle 4.

Lage der oberen Grenze der kälteren Bodenwasserschicht der Finnmarken-Küstenregion mit $\leq 5°$ C. im Jahre 1927 und 1937.

	$\varphi = 71°00'$ N., $\lambda = 30°00'$ E. August 1927	$\varphi = 70°50{\cdot}5'$ N., $\lambda = 29°50'$ E. Oktober 1937
Tiefe	100 m.	260 m.

Man sieht also, dass die obere Grenze dieser kälteren Bodenwasserschicht im Herbst 1937 noch um rund 160 m. tiefer liegt als im Sommer 1927. Diese Zusammendrückung des kalten Bodenwassers dieser Meeresgebiete um mehr als 100 m. — was zugleich eine intensive Erwärmung dieses Bodenwasserkörpers ausdrückt — ist im grossartigen Masse im Gebiet der südlichen Ostmulde des Barentsmeeres festgestellt worden. Diese Mulde ist durch eine flache Schwelle von dem tieferen westlichen Barentsmeer abgeschlossen, sie steht also nur indirekt mit dem westlichen offenen Meeresgebiet in Verbindung und zwar im Winter. Durch die zunehmende Abkühlung des vom Westen in das östliche Barentsmeer eingeströmten atlantischen Oberflächenwassers der Ostmulde werden vertikale Konvektionsströmungen ausgelöst. Das nunmehr sehr kalte und auf Grund seines hohen Salzgehaltes auch

spezifisch schwerere Wasser sinkt in die Tiefe und erfüllt die tieferen Lagen dieser Ostmulde. Im allgemeinen weist ihr Bodenwasser Temperaturwerte unter 0° C. auf. Es ist nun erstaunlich, dass dieses sehr kalte Bodenwasser der Ostmulde weder im Oktober 1937 noch im März 1938 die Mächtigkeit und die Kältegrade aufwies (12), die im Sommer 1927 von Schulz (9) auf dem R.F.D. "Poseidon" beobachtet wurden. In der Tabelle 5 ist als Beispiel die Lage der 0° C.-Isotherme innerhalb des kalten Bodenwasserkörpers der Ostmulde für verschiedene Beobachtungszeiten in diesem Meeresgebiet wiedergegeben.

Tabelle 5.

Lage der 0° C.-Grenze im kalten Bodenwasser der Ostmulde-Region (südl. Barentsmeer) in den Jahren 1927 und 1937/38.

im August	1927:	$\varphi = 71°30'$ N.,	$\lambda = 38°00'$ E. in 155 m.
- Oktober	1937:	71°43′	39°25′ in 260 m.
- März	1938:	71°17′,	39°44·5′ in 285 m.!

Auch hier sieht man, dass das Bodenwasser unter 0° C. um rund 130 m. Dicke zusammengeschrumpft ist.

Wenn man diese Ausführungen über das Problem der Untersuchung der Grösse der jahreszeitlichen Schwankung der Oberflächen- und Tiefenwassertemperaturen im Europäischen Nord- und Barentsmeer noch einmal überblickt, muss man feststellen, dass bei weiterer Verfolgung dieses für die Hydrographie und auch für die Biologie an sich wichtigen Problems erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden sind. Daher ist es notwendig, um hier weiter zu kommen, dass dieses Problem nach Möglichkeit von verschiedenen Seiten angefasst werden muss. In dankenswerter Weise haben hier gerade die norwegischen Forscher schon umfangreiche und wertvolle Vorarbeiten angesetzt. Man muss sich ferner immer wieder die Tatsache vor Augen führen, dass die nördlichen Randmeere des Atlantischen Ozeans in heutiger Zeit auf vielen Gebieten mehr und mehr in den Vordergrund rücken, sodass es an der Zeit ist, diese hydrographischen Kümmergebiete der Arktis endlich einmal einer intensiven systematischen hydrographischen Erforschung zu unterwerfen, wenn man z. B. mit den auf der Meteor-Expedition gewonnenen Ergebnissen der Untersuchungen über die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen im offenen Atlantischen Ozean (16) noch Schritt halten will.

Schrifttum.

1. J. Eggvin, Oceanographic Conditions at certain Norwegian Fishing Grounds. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. LXXXVIII, Nr. IV, Kopenhagen 1934.
2. J. Eggvin, Lofotfisket 1935—1938. Årsberetning vedkommende Norges Fiskerier 1935, Nr. 2, S. 99; 1936, Nr. 2, S. 131; 1937, Nr. 2, S. 123; 1938, Nr. 2, S. 105 u. 116, Bergen 1935/36 u. 1938/39.
3. J. Eggvin, Torsken og Fiskehavet 1933 und 1937. Fiskeridirektoratets Skrifter, Vol. IV, Nr. 7, 3), S. 15 u. Vol. V, Nr. 7, 4), S. 33, Bergen 1934 u. 1938.
4. J. Eggvin, The North Atlantic Halibut and Net Fishing. Appendix: The bottom temperatures. Ebenda, Vol. V, Nr. 6, S. 49, Bergen 1938.
5. J. Eggvin, A Norwegian Fat-Herring Fjord. An oceanographical study of the Eidsfjord. Ebenda, Vol. IV, Nr. 6, Bergen 1933.
6. Bj. Helland-Hansen und Fr. Nansen, The Norwegian Sea. Rep. on Norweg. Fish. and Marine Invest. Bd. 2, Bergen 1909. Siehe auch W. Brennecke, Ann. d. Hydr. usw. 38. Jhrg., Heft VII, S. 353, Berlin 1910.
7. E. Ruppin, Die Hydrographie des Barentsmeeres im Sommer 1913. Wissenschaftl. Meeresunters., N. F., Bd. XIII, Abt. Helgoland, Kiel 1919.
8. B. Schulz und A. Wulff, Hydrographische und planktologische Ergebnisse der Fahrt des Fischereischutzbootes "Zieten" in das Barentsmeer im August-September 1926. Ber. d. Dt. Wiss. Komm. f. Meeresf. N. F., Bd. III, Heft 3, Berlin 1927.
9. B. Schulz und A. Wulff, Hydrographie und Oberflächenplankton des westlichen Barentsmeeres im Sommer 1927. Ber. d. Dt. Wiss. Komm. f. Meeresf. N. F., Bd. IV, Heft 5, Berlin 1929.
10. Bj. Helland-Hansen und Fr. Nansen, The Sea West of Spitzbergen. The oceanographic observations of the Isachsen Spitzbergen Expedition in 1910. Vid. Selsk. Skr., I, Matem.-Naturv. Kl. Nr. 12, Kristiania 1912.
11. Fr. Nansen, Spitzbergen Waters. Oceanographic Observations during the Cruise of the "Veslemøy" to Spitzbergen in 1912. Vid. Selsk. Skr., I, Matem. Naturv. Kl. Nr. 2, Kristiania 1915.
12. A. Bückmann, Deutsche Fischereiforschung im Nordostatlantik. Die Umschau, 42. Jahrg., 40. Heft, S. 911, Frankfurt a/M. 1938.
13. O. Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, Bd. I. Stuttgart 1907.
14. R. Scherhag, Die Erwärmung des Polargebietes. Ann. d. Hydr. usw. 67. Jhrg., Heft II, S. 57, Berlin 1939.
15. R. Scherhag, Die Milderung unseres Klimas in den letzten Jahrzehnten. Die Umschau, 43. Jhrg. Heft 11, S. 243, Frankfurt a/M. 1939.
16. G. Böhnecke, Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff "Meteor" 1925—1927, Bd. V: Temperatur, Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche des Atlantischen Ozeans, 2. Lfg.: Die Temperatur. Berlin 1938.

19.

Die Farbe des Meeres.

Von

Kurt Kalle, Hamburg.

Vorbemerkung: Die Frage nach der Entstehung der Meeresfarbe ist schon seit vielen Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftlicher Behandlung. Als Endergebnis des auf diesem Gebiet von den verschiedensten Seiten zeitweise recht heftig geführten Meinungsstreites haben sich im Laufe der Zeit mehrere Theorien herausgebildet. Zwar liegt jeder dieser Theorien neben einzelnen Unrichtigkeiten, die sie enthalten, ein wahrer Kern zu Grunde. Das Wesentliche aber ist, dass sie alle nicht die Gesamterscheinung der bei der Farbenentstehung im Meere beteiligten Faktoren erfassen, sondern jede nur einen Sonderfall in der Gesamtheit der in der Natur verwirklichten Bedingungen darstellt. Es ist daher für den, der sich zum erstenmal in dieses Gebiet einarbeiten will, äusserst schwierig, von den hier herrschenden Gesetzmässigkeiten und ihrem Zusammenspiel unter den natürlichen Verhältnissen eine einigermassen richtige Anschauung zu gewinnen. Der Verfasser hat es sich daher schon seit mehreren Jahren zur Aufgabe gemacht, die hier herrschenden Verhältnisse an Hand praktischer Untersuchungen in den verschiedensten Gebieten des Weltmeeres und im Laboratorium sowie durch theoretische Überlegungen einer Nachprüfung zu unterziehen. Über die praktischen Grundlagen dieser Untersuchungen und die kritische Behandlung der einzelnen Theorien ist vom Verfasser bereits an anderer Stelle berichtet worden[1]). Hier soll versucht werden, das Gesamtproblem in seinen inneren Zusammenhängen einer zusammenfassenden Betrachtung zu unterziehen, so wie es sich durch sinnvolles Zusammenfügen des jeder Theorie zu Grunde liegenden Wertvollen unter Streichung des Irrtümlichen entsprechend dem heutigen Stande unserer Erkenntnis ergibt.

[1]) Einzelheiten über die praktische Ausführung der Messungen und die einzelnen Theorien der Farbentstehung sowie weitere Literatur sind wiedergegeben in: K. Kalle, Zum Problem der Meerwasserfarbe. Ann. der Hydrogr. und marit. Meteorol., 1938, 1—13.

Wenn man zum erstenmal in seinem Leben oder nach einer längeren Zeit wieder an die Küste kommt oder noch besser Gelegenheit hat, mit einem Ozeandampfer über das Meer zu fahren, so ist man jedesmal wieder angenehm überrascht über die wundervolle Klarheit und das reiche Farbenspiel, das das Meer dem Beschauer je nach Ort, Zeit und Beleuchtung in wechselndem Masse darbietet, angefangen vom fast drohenden tiefen Schwarz über Bleigrau, Gelbbraun, Grün und Blau in allen Abstufungen bis schliesslich zu dem förmlich aus der Tiefe des Meeres herausleuchtenden reinen und satten Azurblau weiter tropischer und subtropischer Meeresgebiete.

Diese Feststellung ist für den unbefangenen Beobachter umso überraschender, als wir von Kindheit an gewohnt sind, das Wasser als einen ausgesprochen farblosen Stoff aufzufassen. Wie lassen sich nun diese beiden sich widersprechenden Befunde, das satte Farbenspiel weiter Meeresgebiete und die "Farblosigkeit" des Wassers, miteinander vereinigen? Wissenschaftlich ist dieses nicht allzu schwierig, wenn wir bedenken, dass wir es bei der Betrachtung der durchstrahlten Oberfläche des Meeres mit Schichtdicken von mehreren Metern zu tun haben, während wir uns in unserem alltäglichen Leben oder bei unseren gewöhnlichen laboratoriumsmässigen Versuchen im allgemeinen in Schichtdicken von mm. oder cm., also einer 100—1000-fach geringeren Grössenordnung, bewegen. Da nun der farbige Eindruck auf unser Auge nicht nur von der Farbstärke einer Lösung allein, sondern im gleichen Masse auch von der Schichtdicke abhängt, mit der wir durch diese Lösung hindurchschauen, so ist es klar, dass wir bei einer hundert- bis tausendfach grösseren Schichtdicke eine dementsprechend geringere Farbstärke benötigen, um den gleichstarken Farbeneindruck hervorzurufen, wie wir ihn im allgemeinen mit dem Ausdruck des Farbigen zu bezeichnen gewohnt sind. Was aber eine derartige Abschwächung im Bereich der Farbeneindrücke bedeutet, davon kann sich jeder leicht überzeugen, wenn er irgendeine Farblösung auf das tausendfache verdünnt. Von der Farbigkeit bleibt dann praktisch nichts mehr übrig. Genau so liegen die Verhältnisse beim Wasser selbst. *Das Wasser ist demnach nicht als ein farbloser, sondern als ein äusserst schwach gefärbter Körper aufzufassen. Seine Farbstärke ist so gering, dass erst die meterdicken Schichten, wie sie uns die Natur im Meere darbietet, dazu gehören, um auf unser Auge den Eindruck der Farbigkeit hervorzurufen.* Diese Erscheinung ist, wie man immer wieder betonen muss, das Grundprinzip, welches für die Entstehung der Meeresfarben überhaupt verantwortlich zu machen ist. Nach der Beteiligung irgendwelcher, im Meerwasser gelöster, fremder, färbender Substanzen zur Erklärung des satten blauen Farbtons bestimmter Gebiete zu suchen, was des öfteren allerdings mit negativem Erfolge getan ist, ist durchaus verfehlt. Allerdings zeigt sich schon bald, wenn man genauere Farbmessungen unter

den verschiedensten Bedingungen im Meere anstellt, dass an dem reichen Wechsel in der Farbenskala vom reinen satten Blau über Grün bis ins Gelbliche hinein noch andere Bedingungen beteiligt sein müssen, die das ganze Problem erheblich verwickelter erscheinen lassen.

Fünf verschiedene Grunderscheinungen sind es, die an der Entstehung der "*Eigentlichen Wasserfarbe*" je nach den Umständen in wechselndem Grade beteiligt sind. Hierzu tritt als äusserer Faktor noch die Erscheinung der an der Meeresoberfläche sich bildenden *Himmelsreflexe*.

Meeresfarbe.

A. Himmelsreflexe.	B. Eigentliche Wasserfarbe.
	1. Eigenabsorption des Wassers.
	2. Molekulare Streuung.
	3. Gelbstoff.
	4. Fluoreszenzstoff.
	5. Trübungsstoffe.

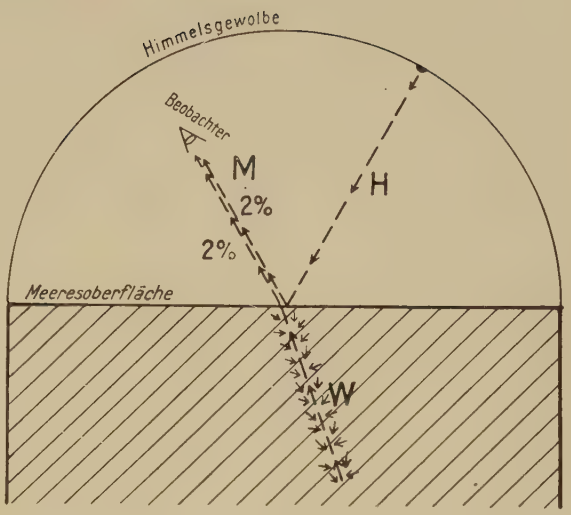


Abb. 1. Meeresfarbe = Himmelsreflex + Wasserfarbe.

Der Einfluss der Himmelsreflexe wechselt in starkem Masse je nach den verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen und ist unter Umständen sehr wesentlich beteiligt an dem Zustandekommen des Gesamteindrucks der Meeresfarbe. Wir wollen uns daher zunächst den in dieser Richtung liegenden Gesetzmässigkeiten zuwenden und anschliessend gemäss unserem obigen Schema die einzelnen, an dem Zustandekommen der "Eigentlichen Wasserfarbe" beteiligten Faktoren nacheinander betrachten, um so Schritt für Schritt immer tiefer in das vorliegende Problem einzudringen.

A. Einfluss der Beleuchtung auf die Entstehung der Meeresfarbe.

Um von vornherein für die Betrachtung der Farbverhältnisse im Meere klare Verhältnisse zu schaffen, einigen wir uns ganz allgemein auf folgenden Normalfall. Der Beobachter befinde sich an Bord eines Schiffes auf dem Ozean und sehe in schräger Richtung auf die Meeresoberfläche hinab. Das Meer möge an der betreffenden Stelle ferner so tief sein, dass eine Beeinflussung der Farberscheinung durch den Grund nicht in Frage kommt. Für die Betrachtung der Beleuchtungsverhältnisse wollen wir diesen Normfall noch weiter einengen und uns folgende Idealfälle denken.

1. Der Himmel sei vollkommen gleichmässig bewölkt und das Meer bilde eine glatte Oberfläche (Abb. 1). Der Beobachter an Bord wird dann einen doppelten Lichteindruck empfangen. Einmal wird ein gewisser Prozentsatz der Himmelsbeleuchtung (H) beim Hinabdringen in das Meer an der Oberfläche des Wassers gespiegelt und gelangt so in das Auge des Beobachters. Hierzu mischt sich als weiterer Lichteindruck der Anteil der Beleuchtung, der beim Hinabdringen der Strahlen aus der Tiefe des Meeres wieder nach oben zurückgestreut wird (W). Zwischen diesen beiden Strahlen bestehen bestimmte sehr wesentliche Unterschiede. Während wir es bei den Himmelsreflexen (H) mit einer gerichteten Strahlung zu tun haben, ist die Strahlung aus dem Wasser, also die eigentliche Wasserfarbe (W) vollkommen diffus. Das heisst, für das Zustandekommen des Lichteindruckes in dem Auge des Beobachters ist für eine bestimmte Blickrichtung für den Reflexanteil jeweils ein bestimmter begrenzter Bezirk des Himmels verantwortlich zu machen, während an dem Zustandekommen der Wasserfarbe für jeden Punkt jeweils die Gesamtbeleuchtung des ganzen Himmelsgewölbes beteiligt ist. Für den Gesamtfarbeindruck sehr wesentlich ist nun das Verhältnis des Anteils der eigentlichen Wasserfarbe zu dem der Himmelsreflexe, also der Quotient $\frac{W}{H}$.

Der Betrag des Reflexlichtes ist in starkem Masse abhängig von der Grösse des Reflexwinkels. Die hier herrschenden Gesetzmässigkeiten sind in den Fresnel'schen Formeln niedergelegt und für die Grenzfläche Luft—Wasser in Abb. 2 wiedergegeben. Bei steilem Einfall der Strahlen von 0—etwa 40° beträgt der Betrag der Reflexion etwa 2 % der Gesamtstrahlung. Er beginnt bei weiterer Verflachung des Winkels allmählich immer stärker anzusteigen und erreicht schliesslich bei streifendem Einfall (90°) den Wert von 100 %. Was uns in unserem Beispiel vor allem interessiert, sind die dem Schiff zunächst liegenden Teile der Meeresoberfläche, die wir also unter steilem Beobachtungswinkel betrachten. Wir können also für unseren Fall mit einem Betrage des Reflexlichtes von etwa 2 % der Himmelshelligkeit rechnen. Da in unserem Idealfall einer gleichmässigen Bewölkung die Himmelshelligkeit gleich der Beleuchtung, also der Helligkeit einer horizontal liegenden weissen Fläche ist, können wir für H gleich 2 % der Beleuchtung setzen. Der Anteil von W ergibt sich nun gleichfalls, wie zahlreiche Messungen unter verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen gezeigt haben,

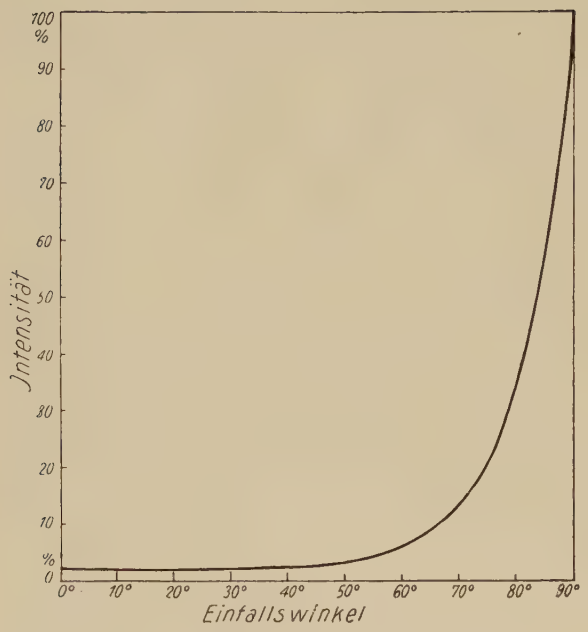


Abb. 2. Spiegelung an Wasseroberfläche.

der Grössenordnung nach zu 2 % der Gesamtbeleuchtung (in diesem Falle allerdings bezogen auf den blauen Anteil der Gesamtbeleuchtung). Wir kommen demnach zu der Beziehung $\frac{W}{H} = \frac{2\,\%}{2\,\%} = 1$. Da die physiologische Wirksamkeit des Weiss (H) die des Blau (W) erheblich überwiegt, wirkt sich diese Mischung praktisch auf unser Auge so aus, dass wir fast ausschliesslich den Eindruck des Reflexlichtes und zwar in ganz geringem Masse nach bläulichen Farbtönen hin verschoben haben. Es ist dieses der unter natürlichen Verhältnissen verwirklichte Fall, dass das Meer düster schwarz oder bleigrau je nach Art und Stärke der jeweiligen Bewölkung unter uns liegt, ein Eindruck, der in seiner Düsterkeit noch unterstrichen wird durch den mit solchen Verhältnissen verbundenen geringen Betrag in der Gesamtbeleuchtung.

2. Betrachten wir jetzt den entgegengesetzten Extremfall. Über uns nahe dem Zenit möge sich eine strahlende tropische Sonne an einem wolkenlosen blauen Himmel befinden. Messungen des Verfasser in tropischen Meeresgebieten unter solchen Umständen haben ein Verhältnis in der Helligkeit der Sonnenstrahlung zur Himmelsstrahlung von rund 10:1 ergeben. Für unsere Betrachtung ergibt das folgendes Bild. Setzen wir die Himmelshelligkeit wieder gleich 1, so besitzt der an der Wasseroberfläche gespiegelte Anteil (H) wieder die gleiche Grösse von 2 %. Erheblich anders liegen jetzt aber die Verhältnisse in Bezug auf die Helligkeit der Wasserfarbe (W). Diese beträgt 2 % von der Gesamtbeleuchtung. Da die Gesamtbeleuchtung jetzt aber auf den 11-fachen Betrag hinaufgeschnellt ist, so erhalten wir als Betrag der Wasserfarbe nun 22 % in Bezug auf die Himmelsbeleuchtung. Bilden wir die Beziehung, so erhalten wir $\frac{W}{H} = \frac{22\,\%}{2\,\%} = 11$. Das heisst, es verhält sich die Helligkeit der eigentlichen Wasserfarbe zu der Helligkeit der Himmelsreflexe wie die Gesamtbeleuchtung zur Himmelshelligkeit. Praktisch bedeutet das diesmal ein vollständiges Überwiegen der Wasserfarbe selbst, zumal in diesem Falle die Himmelsreflexe nicht mehr farblos, sondern selbst blau gefärbt sind. Wir haben also jetzt den entgegengesetzten Fall eines förmlichen Glühens in blauen Farbtönen aus den Tiefen des Meeres heraus vor uns, das durch die starke Gesamtbeleuchtung besonders wirkungsvoll verstärkt wird und beispielsweise im Sargassomeer in so ausgeprägtem Masse die Norm bildet.

Diese beiden Extremfälle, die wir soeben betrachtet haben, sollen naturgemäss nur prinzipiell einen Eindruck vermitteln von dem Zusammenspiel der einzelnen Faktoren. Erst das ewig wechselvolle in Seegang, Bewölkung und Beleuchtungsverhältnissen macht die Farberscheinung der Meere zu dem lebendigen und reizvollen Schauspiel, wie es sich unter natürlichen Verhältnissen vor unseren Augen abspielt. Das Wesentliche hierbei ist jedenfalls das. Was das Auge des Malers und den Beobachter an der Farberscheinung im Meere gefangen nimmt und begeistert, ist derjenige Anteil an der Gesamtfarberscheinung, der der eigentlichen Wasserfarbe zukommt, während der Reflexanteil mehr als negatives Prinzip anzusprechen ist, der die Wasserfarbe je nach den Umständen in wechselndem Masse zu überstrahlen und abzuschwächen sucht.

B. Die Gesetzmässigkeiten beim Zustandekommen der eigentlichen Wasserfarbe.

Haben wir bisher bei der Betrachtung der Beleuchtungsverhältnisse die eigentliche Wasserfarbe als etwas Gegebenes betrachtet, so müssen wir uns jetzt mit den Grundlagen befassen, durch deren gegenseitiges Zusammenwirken diese so interessante und wechselvolle Grunderscheinung verständlich wird. Wir halten uns wieder an unseren Normfall. Der Beobachter befinde sich an Bord eines Schiffes auf hoher See und betrachte das Meer schräg von oben. Zum Zustandekommen eines Farbeindruckes aus dem Wasser heraus sind unter diesen Verhältnissen drei Grundbedingungen erforderlich, einmal die Beleuchtungsquelle, die sich oberhalb des Beobachters befindet, ferner die Entwicklung der Farbigkeit und schliesslich die Rückstreuung des von oben einfallenden Lichtes in das Auge des Beobachters. Die Gesetzmässigkeiten der Beleuchtung haben wir bereits besprochen. Für die Rückstreuung können wir hier unter Vorbehalt in erster Annäherung die zwar kleinen, aber meistenteils im Meerwasser in grosser Anzahl vorhandenen suspendierten Fremdpartikelchen, wie das Plankton, den Detritus oder die mineralische Trübe, verantwortlich machen. Wir müssen uns zuerst daher eingehender mit dem Prinzip der

Farbentstehung beschäftigen. Zu Beginn unserer Abhandlung haben wir gesehen, dass das Wasser eine wenn auch schwache Eigenfärbung besitzt, die auf der Absorption der Lichtstrahlen beruht. Über diese Absorptionsverhältnisse am reinen Wasser bzw. Meerwasser, die im sichtbaren Spektralgebiet vollständig übereinstimmen, sind wir heute recht genau unterrichtet. Abb. 3 zeigt die Durchlässigkeitskurven von 0—500 m. langen Wassersäulen. Was uns diese Kurven sagen, ist verhältnismässig wenig, allenfalls, dass der Farbton mit ansteigender Schichtdicke unter gleichzeitiger Zunahme der Sättigung sowie Abnahme der Helligkeit dem Spektralgebiet von etwa 480 mμ, also einem reinen Blau zustrebt. Wir wählen daher eine für unseren Zweck geeignetere Darstellung in Gestalt eines Farbendreiecks.

Nach der Farbentheorie von Young-Helmholtz,

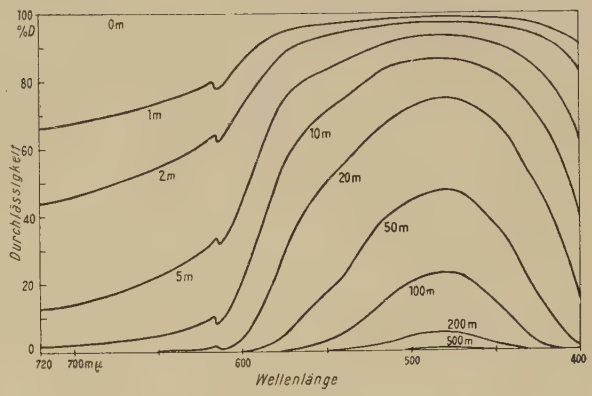


Abb. 3. Durchlässigkeitskurve von Wasser.

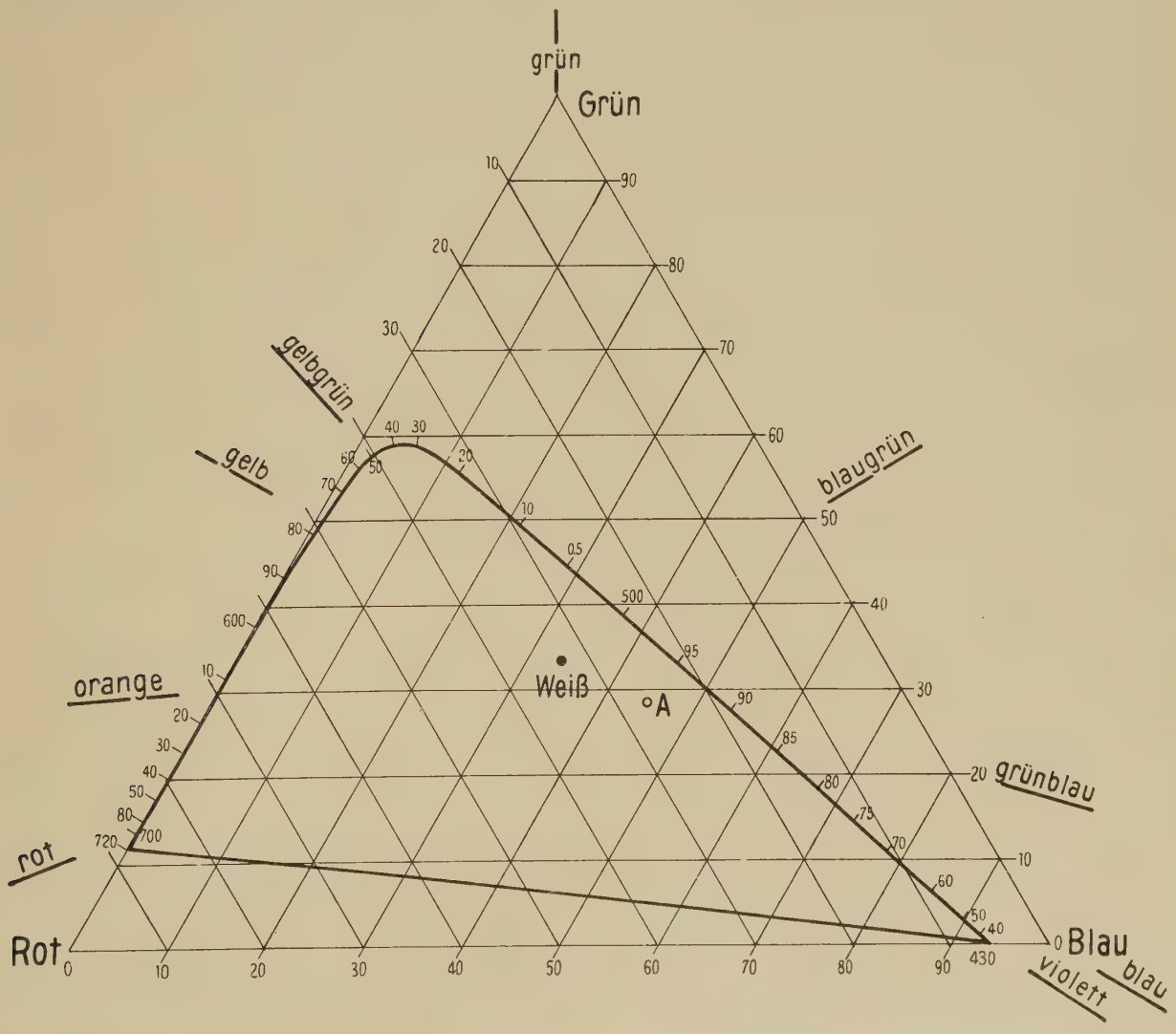
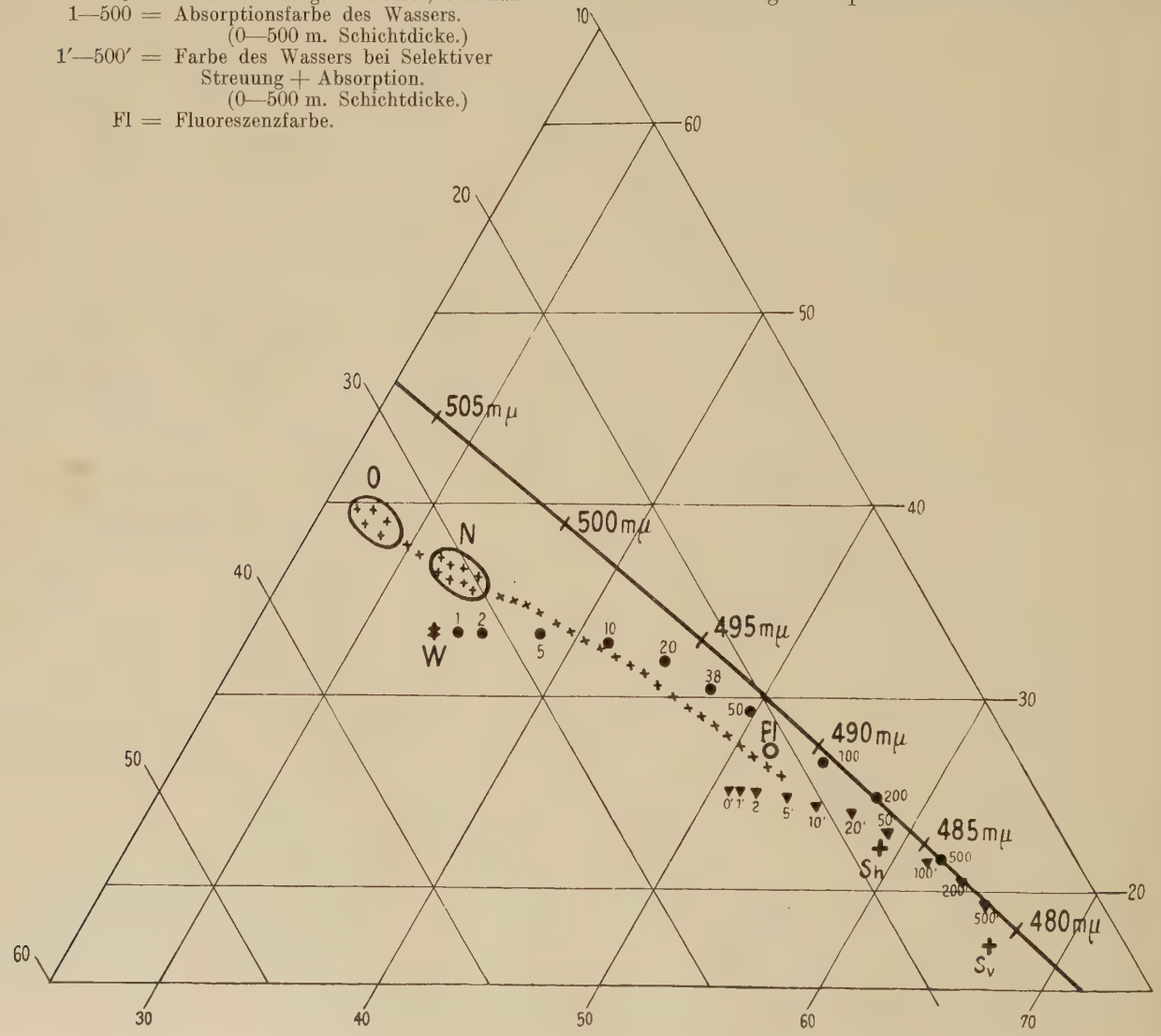


Abb. 4. Farbendreieck mit Spektralkurve.

die in neuerer Zeit von F. Exner sowie E. Haschek und M. Haitinger wesentlich vervollkommnet ist, beruht unser gesamtes Farbenempfindungsvermögen auf dem Zusammenspiel dreier verschieden farbenempfindlicher Empfangsorgane, der Zäpfchen. Und zwar vermittelt die erste Gruppe die reine Rot-Empfindung, die zweite die reine Grün- und die dritte die reine Blau-Empfindung. Werden zwei Gruppen gleichzeitig erregt, so haben wir die Empfindung der Mischfarbe (Rot + Grün = Gelb, Grün + Blau = Blaugrün, Blau + Rot = Lila). Tritt zu der Erregung zweier Zäpfengruppen noch eine Erregung der dritten Zäpfchengruppe hinzu, so empfinden wir dieses als Abblassung der vorhandenen Mischfarbe. Diese Abblassung geht so weit, dass wir bei gleichzeitiger und gleichstarker Erregung aller drei Zäpfchengruppen den Eindruck von Weiss haben. Zu jedem Farbeneindruck gehört demnach ein ganz bestimmtes Verhältnis der drei verschieden farbenempfindlichen Zäpfchengruppen. Des leichteren Verständnisses halber übertragen wir die hier herrschenden Verhältnisse in eine Dreiecksdarstellung (Abb. 4). Die Dreiecksspitzen mögen hier die volle 100 % Erregung je einer der Zäpfchengruppen, Rot, Grün und Blau bezeichnen. Die Dreieckskoordinaten geben dann das prozentuale Verhältnis der im Dreieck untergebrachten Mischtöne. Weiss, das sich definitionsgemäss aus einer Erregung von je $33^1/_3$ % jeder der drei Grundempfindungen zusammensetzt, liegt demnach im Schwerpunkt des Dreiecks. Die Lage der Spektralfarben in dem Dreieck

Abb. 5. Farbendreieck.
W = Weisspunkt.
O = Farbgebiet der Ostsee.
N = Farbgebiet der Nordsee.
++++++ = Farbgebiet im Atlantik.
S_h = Farbe des Sargasso-Meeres, horizontal.
S_v = Farbe des Sargasso-Meeres, vertikal.
1—500 = Absorptionsfarbe des Wassers. (0—500 m. Schichtdicke.)
1′—500′ = Farbe des Wassers bei Selektiver Streuung + Absorption. (0—500 m. Schichtdicke.)
Fl = Fluoreszenzfarbe.



ergibt sich aus der eingezeichneten Kurve. Da die Spektralfarben die gesättigtsten Farben sind, die uns die Natur bietet, so müssen demnach alle uns zu Gebote stehenden Farbeneindrücke in der von der Spektralkurve und der Verbindungslinie ihrer beiden Endpunkte umschriebenen Fläche liegen. Wesentlich ist, dass alle Farben gleichen Farbtons demnach auf einer Graden liegen, die radial von dem Weisspunkt ausgehend durch das Dreieck verläuft. Und zwar werden die Farben umso gesättigter sein, je mehr sich ihr Farbpunkt der Spektralkurve nähert. So ist beispielsweise der Punkt A (Abb. 4) farbtongleich der Spektralfarbe von 480 mμ Wellenlänge, er erreicht aber nur eine Sättigung von 33 %.

Zur Erreichung eines grösseren Massstabes ist in Abb. 5 ein Teilausschnitt der Farbendreiecksdarstellung mit der zugehörigen Spektralkurve gesondert wiedergegeben. Gleichzeitig sind die in Abb. 3 dargestellten Durchlässigkeitsverhältnisse nach entsprechender Umrechnung in das Farbendreieck eingetragen und mit 1—500 bezeichnet. Wir können jetzt den jeder einzelnen Durchlässigkeitskurve zukommenden Farbwert in Bezug auf Farbton und Sättigung direkt aus der Darstellung ablesen. Bei einer Schichtdicke von 0—10 m. ist demnach die Absorptionsfarbe des Wassers farbtongleich mit 495 mμ, die Sättigung nimmt mit ansteigender Schichtdicke naturgemäss erheblich zu. Bei weiterem Anwachsen der Schichtdicke tritt neben weiterer Zunahme der Sättigung eine langsame Verschiebung des Farbtons zu blaueren Tönen hin ein. Gleichzeitig nimmt aber auch die Helligkeit sehr stark ab, wie wir bereits von unserer Kurvendarstellung (Abb. 3) her wissen. Für unsere Verhältnisse bedeutet das, dass an dem Zustandekommen der Farberscheinung aus dem Wasser heraus nur eine begrenzte oberflächliche Schicht des Meeres beteiligt ist. Berechnet man in dieser Schicht unter der Annahme ideal klarer Wasserverhältnisse die Resultierende in Bezug auf den Farbton, so kommt man zu dem Wert von annähernd 492 mμ, einem grünstichigen Blau, entsprechend einer Weglänge der Lichtstrahlen von 38 m. Wie der in dem Dreieck gleichfalls verzeichnete Kurvenverlauf der tatsächlich im Weltmeer unter verschiedenen Verhältnissen gemessenen Farbwerte jedoch zeigt, werden besonders im Sargassomeer noch erheblich weiter ins Blaue hineinreichende Farbtöne gemessen. Diese lassen sich nur durch die Zuhilfenahme der Erscheinung der *"Selektiven Streuung"* erklären.

Unter Streuung ganz allgemein versteht man die Ablenkung eines Lichtstrahles aus seiner gradlinigen Bahn etwa in seitlicher Richtung. Sie ist gewissermassen aufzufassen als eine Reflexion des Lichtes durch die im Strahlengang vorhandenen Partikel fester, flüssiger oder gasförmiger Art. Hierbei treten einige Besonderheiten auf, sobald die Grösse der streuenden Teilchen gleich oder kleiner wird als die Wellenlänge des auf sie fallenden Lichtes. Unter diesen Verhältnissen tritt eine Auslese der Strahlen ein, indem die kürzeren Wellen bevorzugt vor den längeren gestreut werden. Die Grösse dieser Bevorzugung geht, wie Lord Rayleigh gefunden hat, umgekehrt proportional der vierten Potenz der Wellenlänge. Unter diesen Umständen wird demnach das blaue Ende des sichtbaren Spektrums etwa zehnmal stärker gestreut als das langwellige rote Ende (Abb. 6). Da jeder Körper letzten Endes aus den Molekülen, also kleinen Partikeln aufgebaut ist, so müssen wir erwarten, dass auch an ihnen eine solche selektive Streuung auftritt. Lord Rayleigh hat so die blaue Farbe des Himmels durch die Streuung des Lichtes an den Luftmolekülen erklärt. Aber auch das von allen Fremdstoffen befreite Wasser zeigt die gleiche Erscheinung. Diese ist zwar unter Laboratoriumsbedingungen nur schwach, kann aber unter Umständen in der Natur, wenn äusserst reines Wasser vorliegt, bei den grossen in Frage kommenden Schichtdicken eine beherrschende Rolle spielen.

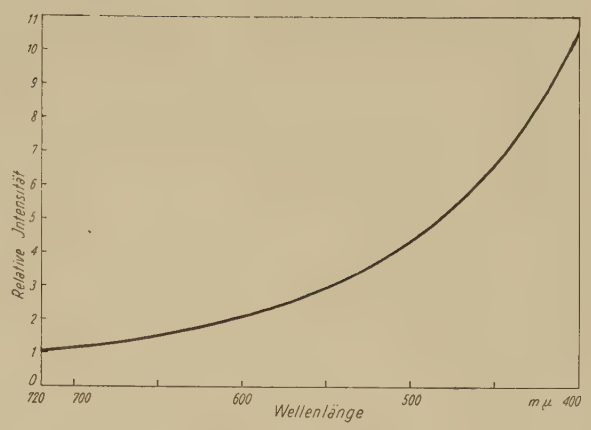


Abb. 6. Intensitätskurve der selektiven Streuung.

Man könnte vielleicht der Ansicht sein, dass die Helligkeit dieser molekularen Streuung infolge des geringen Wertes der Einzeleffekte in der Natur besonders schwach ausfallen müsste. Gerade das entgegengesetzte ist der Fall, wie die Untersuchungen in dem fast ideal klaren Wasser des Sargassomeeres lehren. Die Tatsache, dass die selektive Streuung im Gegensatz zu der Streuung an gröberen Partikeln verlustlos verläuft und ausserdem infolge der ausserordentlichen Klarheit der Wassermassen die wirksame Schichtdicke der Meeresoberfläche erheblich zunimmt, bewirkt eine nicht unbeträchtliche Steigerung der Leuchtkraft dieser Erscheinung unter natürlichen Verhältnissen. Es tritt also in diesen Gebieten, wie dem Sargassomeer, alles zusammen, um die Farberscheinung besonders effektvoll zu gestalten, die grosse Gesamthelligkeit der tropischen Region, das günstige Verhältnis der Helligkeit der Sonnenstrahlung zur Helligkeit und Farbe des Himmels und das nahezu ideal klare Wasser dieses Gebietes.

Wenden wir uns nun wieder unserer rechnerischen Ableitung der Farbverhältnisse zu, wie wir es oben bereits bei der Besprechung der Absorptionserscheinungen getan haben, nur mit dem Unterschied, dass wir jetzt neben der Absorption für jede Tiefe noch

die Beteiligung der selektiven Streuung zusätzlich in Betracht ziehen, so kommen wir zu der mit 1′—500′ bezeichneten Kurvendarstellung (Abb. 5). Der Schwerpunkt in Bezug auf den Farbton liegt bei dieser Darstellung annähernd bei 50 m. Schichtdicke. Der geforderte Wert der Resultierenden ist demnach 485 mμ. In der Tat stimmt dieser Farbton bereits recht gut überein mit dem Messungsergebnis, das man erhält, wenn man den Farbton des Sargassomeeres in horizontaler Richtung gerade unterhalb der Wasseroberfläche misst (Punkt S_h = 483 mμ). Stellt man Messungen in diesem Meeresgebiet in vertikaler Richtung also nach unten hin an, so ergibt sich noch eine weitere Verschiebung nach rein blaueren Farbtönen bis zum Wert von 477 mμ (Punkt S_v). Diese weitere Verschiebung von 6 mμ nach dem kurzwelligen Ende des Spektrums lässt sich am zwanglosesten so erklären, dass neben der selektiven Streuung primärer Art auch eine solche sekundärer Art auftritt. Diese wird naturgemäss umso stärker zur Auswirkung kommen, je mehr mit wachsender Tiefe die durch die einmalige Streuung bereits hervorgerufene diffuse Strahlung über die von oben her eindringende direkte Strahlung überwiegt.

Dass es sich bei der Farberscheinung dieser Art tatsächlich um einen solchen selektiven Streuvorgang handelt, lässt sich gleichfalls im Sargassomeer sehr gut beobachten. Die Wasserfarbe dort ist nämlich, wie sich leicht mit Hilfe eines einfachen Zeiss'schen Polarisationsfilters zeigen lässt, praktisch vollkommen polarisiert und zwar senkrecht zur Einfallsrichtung der Lichtstrahlen, wie es die Theorie für die Erscheinung der selektiven Streuung fordert.

Besonderes Interesse beansprucht in diesem optisch so interessanten Gebiet folgendes Experiment mit einer "Sichtscheibe", einer runden 50 cm. im Durchmesser messenden weisslackierten Scheibe, die mittels einer Leine ins Meer gesenkt werden kann. Lässt man diese Scheibe von Bord aus ins Meer hinunter, so färbt sie sich, je stärker die absorbierende Wasserschicht über ihr wird, immer tiefer und tiefer. Zugleich wird die Scheibe aber auch immer dunkler, bis sie schliesslich im Wellengang nur noch wie ein schwaches zuckendes Flämmchen aus der Tiefe aufleuchtet, um schliesslich der Wahrnehmung ganz zu entschwinden. Dieser Punkt, den man mit der "Sichttiefe" bezeichnet, liegt im Sargassomeer zwischen 40 und 55 m. Tiefe. (Offene Nordsee im Mittel 8 m., offene Ostsee etwa 12 m.). Ziehen wir umgekehrt die Scheibe wieder aufwärts, so tritt folgendes ein (Abb. 7). Bei der Sichttiefe ist die Scheibe gerade eben noch unsichtbar, das heisst, ihre Farbe ist gleich der Wasserfarbe unter den natürlichen dort herrschenden Verhältnissen. Beim langsamen Aufholen tritt die Scheibe immer mehr in den Bereich der Wahrnehmung, indem ihre Färbung immer heller wird, je höher sie steigt. Gleichzeitig, und das ist das Bezeichnende, tritt eine Farbtonverschiebung auf zu grünlicheren Farbtönen, die von 477 mμ, dem natürlichen Wasserfarbton, zu 495 mμ hinstrebt, wie er der reinen Absorption zukommt. Dieses zuerst merkwürdig anmutende Verhalten ist durchaus verständlich, wenn man bedenkt, dass dieser künstliche Eingriff in die natürlichen optischen Verhältnisse nichts anderes bedeutet, als eine Bevorzugung der absorptiven Farberscheinung gegenüber der Erscheinung der selektiven Streuung. Die gleiche Verschiebung im Farbton können wir in diesem Meeresgebiet im Schraubenwasser der Dampfer an der Meeresoberfläche beobachten. Dieser Wasserstreifen hebt sich durch seinen grünstichigen Farbton in besonders auffallendem Masse aus der rein blau gefärbten Wassermasse des Sargassomeeres hervor. Die unzähligen kleinen Luftbläschen dieses Wasserstreifens wirken im Prinzip genau so, wie die Sichtscheibe in unserem Experiment. Als letztes gehört hierher noch eine weitere Erscheinung, nämlich die gleichfalls durch ihren deutlich grünlichen Farbton von der Gesamtwassermasse abstechenden hohen Wellenkämme, die bei hohem Seegang auftreten. Auch hierfür ist wieder dieselbe Grunderscheinung verantwortlich zu machen. Der Unterschied liegt hier nur darin, dass das Licht direkt durch die Wellenkämme hindurchscheint anstatt erst einen Umweg über einen Rückspiegelungsvorgang einzuschlagen.

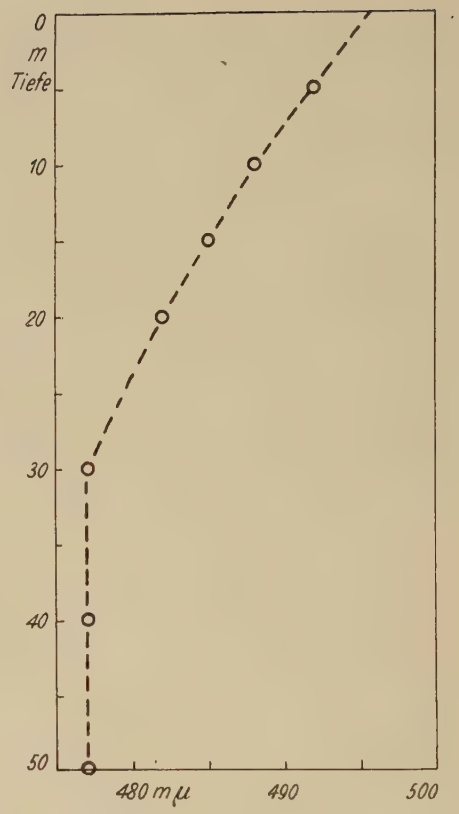


Abb. 7. Farbton der Sichtscheibe im Sargasso-Meer.

Verlassen wir jetzt dieses Gebiet extrem klaren Wassers und wenden wir uns Gebieten zu, wie sie den Hauptteil des Atlantik darstellen. Die Fremdpartikel in der Wassermasse, meistenteils aus Plankton

bestehend, nehmen langsam zu. Das Wasser wird trüber werden, die Sichttiefe wird sinken. Hand in Hand damit wird ein Zurückdrängen der selektiven Streuung eintreten und der Farbton allmählich auf 495 mμ zustreben müssen. Damit wären die Möglichkeiten der Farberscheinung im Meere erschöpft, wenn nun nicht ein neuer Faktor auftreten würde.

Parallel mit dem Wachsen der Planktonmengen machen sich nach und nach ansteigend im Meerwasser gelöste gelb gefärbte Stoffe bemerkbar. Diese Stoffe haben chemisch betrachtet den Charakter von Humusverbindungen. Sie sind gegen Eingriffe chemischer, physikalischer und biologischer Art äusserst beständig und wahrscheinlich als Abbauprodukte des pflanzlichen Planktonstoffwechsels zu betrachten. Dieser "*Gelbstoff*", wie wir ihn nennen, drückt naturgemäss den Wasserfarbton immer weiter zu Grün hinüber, wie wir es besonders an den Verhältnissen im Englischen Kanal und der Nordsee sehen (Abb. 5) 498—505 mμ. Mit steigender Annäherung an die Küste treten zu diesen ozeanischen Gelbstoffmengen noch weitere mit den Süsswasserzuflüssen ins Meer getragene Humusstoffe, die sich ihrerseits zu einer weiteren Verschiebung bis zu gelbbraunen Farbtönen bemerkbar machen können. Nimmt gleichzeitig die Trübung noch weiter zu, so kommt schliesslich der Augenblick (etwa ab 5 m. Sichttiefe) wo auch die Eigenfärbung der Trübungsteilchen sich selbst bemerkbar macht. Das Auge empfindet dann an der bereits greifbaren Verschmutzung des Wassers, dass es sich hier nicht mehr um eine reine Erscheinung des Wassers handelt, sondern Fremdstoffe die Hauptrolle spielen. Man bezeichnet diesen Zustand mit dem kennzeichnenden Wort der "*Missfärbung*" des Wassers.

Einen ganz besonders interessanten Fall inbezug auf die Farberscheinungen stellt schliesslich die Ostsee dar. Neben dem Gelbstoff wird als weiteres Abbauprodukt des planktonischen Stoffwechsels noch ein zweiter sehr stabiler Stoff ins Wasser abgegeben, der die Eigenschaft einer blauen Fluoreszenz aufweist (Abb. 5, Fl). Im allgemeinen ist diese Erscheinung im Meere allerdings so schwach, dass sie praktisch keine Rolle spielt. Der Ostsee jedoch werden besonders aus den weit ausgedehnten finnländischen Moorgebieten zusätzlich grosse Mengen Humusverbindungen, die im Meere zu Gelbstoff abgebaut werden, sowie gleichfalls verhältnismässig grosse Mengen dieses blau fluoreszierenden Abbauproduktes zugeführt. Die grossen Gelbstoffmengen suchen den Farbton ihrer Färbung entsprechend möglichst weit ins Gelbgrün zu ziehen, der Fluoreszenzstoff dagegen seinerseits möglichst weit nach Blau. Es ist im Grunde genommen das gleiche Spiel, wie wir es bereits im Sargassomeer zwischen der Absorptionsfarbe und der selektiven Streuung kennen gelernt haben, nur mit dem Unterschied, dass diesmal die beiden Grunderscheinungen in ihrem Farbton erheblich weiter auseinander liegen. Als Folge hiervon begegnen wir wieder einer grossen Differenz im Farbton, je nachdem ob wir das Wasser unter naturgegebenen Verhältnissen oder mittels einer Sichtscheibe betrachten. Während sich der Farbton der offenen Ostsee unter natürlichen Verhältnissen um 520 mμ bewegt, also nahezu rein Grün ist, liegen die mit der Sichtscheibe auftretenden Farbtöne im Wellenlängengebiet von 550—560 mμ, also im ausgesprochenen gelbgrünen Bezirk des Spektrums. Es treten hier also Unterschiede in den Messungsergebnissen zu Tage, die ohne Kenntnis der inneren Zusammenhänge für den unbefangenen Beobachter völlig unverständlich zu sein scheinen, aber sofort klar werden, wenn man die Gesamterscheinung der Meeresfarbe auf die einzelnen Grundvorgänge zurückführt, aus denen sie aufgebaut ist.

Haben wir uns bisher auf die Besprechung der Farberscheinung des Meeres auf der hohen See beschränkt, so müssen wir uns zum Schluss noch kurz mit den entsprechenden Verhältnissen in Küstennähe befassen. Hier ist das Meer meistenteils bereits so seicht, dass die Eigenfärbung des Untergrundes selbst eine mehr oder weniger beherrschende Rolle spielt. Die hier gültigen Verhältnisse lassen sich am besten so verstehen, wenn wir den Meeresgrund als eine grosse Sichtscheibe auffassen. Infolge der dadurch bewirkten Begünstigung der Absorptionserscheinung können naturgemäss unter diesen Umständen die satten reinblauen Farbtöne, wie sie beispielsweise im Sargassomeer und im östlichen Mittelmeer die Regel darstellen, nicht mehr auftreten. Ausserdem ist zu bedenken, dass wohl nur in den seltensten Fällen der Boden rein weiss ist, sondern meistenteils eine gelbliche oder bräunliche Eigenfarbe besitzt, die die Gesamtfarberscheinung ihrerseits noch weiter ins Grünliche oder Gelbliche zu ziehen bestrebt ist.

20.

Die wirtschaftlichen und biologischen Grundlagen der Flunderfischerei in der Ostsee.

Von

Paul-Friedrich Meyer, Berlin.

Zu den wichtigen Problemen in der Ostseefischerei gehört augenblicklich die Frage der Befischung und der Erhaltung unseres Flunderbestandes in der Ostsee. Man kann sogar sagen, dass diese Frage heute an erster Stelle steht und eine vordringliche Behandlung und rascheste Lösung fordert.

Wenn ich daher nach dem Vortrag von Dr. E. Fischer nochmals das Wort zu diesem Thema nehme und seine mehr auf das Grundsätzliche unserer Untersuchungen gerichteten Ausführungen auf die Flunder präzisieren und hinsichtlich der Frage der Überfischung auch ergänzen möchte, so liegt die Begründung dafür eben in der Aktualität dieses Themas.

Auf Grund meiner langjährigen, im Auftrage der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission beim Deutschen Seefischerei-Verein durchgeführten bestands- und marktanalytischen Untersuchungen der Ostseeflunder[1]) bin ich zu der Überzeugung gelangt, dass wir in der bis jetzt von Deutschland befischten Ostsee drei Gebiete unterscheiden können, deren Flunderbestände sich in ganz verschiedenen Befischungsphasen befinden:

1. Die **westliche Ostsee** mit einem schon zu Beginn der Untersuchungen 1929 gut durchfischten und seitdem in seiner Struktur kaum veränderten Flunderbestand. Er ist für die deutsche Fischerei von untergeordneter Bedeutung.

2. Die **mittlere Ostsee** mit einem in fischereilicher Hinsicht ausserordentlich wichtigen Flunderbestand, der erst mit Beginn der Bornholmfischerei intensiver befischt wurde, seitdem aber alle Phasen der Befischung bis zu seiner Überfischung durchlaufen hat.

3. Die **östliche Ostsee** mit teilweise erst seit Einführung der Zeesenfischerei auf Hering und Sprott 1932/33 und dem dadurch bedingten Ausbau unserer dortigen Flotte erschlossenen Flunderbeständen, die heute die ersten Anzeichen einer Befischung aufweisen.

Infolge der grossen Plattfischarmut in der **westlichen Ostsee** war das Untersuchungsmaterial relativ klein, sodass es schwer war, sich ein genaues Bild von den tatsächlichen Verhältnissen des dortigen Flunderbestandes zu machen. Bei Berücksichtigung dieses Unsicherheitsfaktors, der noch dadurch vergrössert wurde, dass die individuenarmen Fänge aus den verschiedensten Gebieten der westlichen Ostsee stammten und in ganz verschiedenen Jahreszeiten gefischt waren, konnte doch festgestellt werden, dass die Flunderanlandungen in Kiel, Eckernförde, Travemünde und Warnemünde sowohl bei Beginn unserer Untersuchungen 1929, als auch 10 Jahre später in erster Linie aus Tieren der II—V-Gruppe bestanden. Ältere Jahrgänge waren nur in den ersten Untersuchungsjahren noch in geringer Menge vorhanden, verschwanden aber später fast ganz aus den Fängen. Infolge dieser starken Durchfischung der Plattfischbestände hatte die Flunder schon damals in der westlichen Ostsee ein gutes Wachstum. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn nach Beginn unserer Untersuchungen eine weitere Wachstumszunahme sich wenig oder garnicht in den Marktfängen nachweisen liess. Ebenso vermochte die später in geringem Umfang eingetretene Verjüngung des Bestandes, weder in der Längenzusammensetzung der Fänge noch im mittleren Fangertrag nennenswerte Änderungen hervorzurufen.

Der Flunderbestand der **mittleren Ostsee** war erst mit Verlagerung der Plattfischzeesenfischerei aus der westlichen in die mittlere Ostsee, insbesondere seit Erschliessung des Bornholmbeckens, Gegenstand der Fischerei geworden. Wir fanden daher 1929 noch einen Bestand vor, der wenig oder garkeine Merkmale menschlichen Eingriffs trug. Insonderheit war das vom Flunderbestand des Bornholmbeckens zu sagen.

Die von uns 1929 in der mittleren Ostsee vorgefundenen Verhältnisse lassen sich wie folgt charakterisieren (Zahlentafel 1 u. 2):

[1]) Die ausführliche Arbeit über diese Untersuchungen erscheint im nächsten Heft der Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung, Neue Folge. Dort befindet sich auch die Zusammenstellung des Schrifttums.

1. Der Gesamtflunderfangertrag deutscherseits in der Ostsee blieb mit 5·5 Mill. kg. der gleiche wie in allen Jahren vordem.

2. Der Flunderfangertrag in der mittleren Ostsee betrug ebenso wie in den Vorjahren etwa 90 % des Gesamtflunderfanges Deutschlands in der Ostsee, d. h., etwa 5·1 Mill. kg.

3. Der als Charakteristikum für unsere Untersuchungen besonders wichtige mittlere Fangertrag je Kutter betrug etwa 70 kg.

4. Die Längenmittel lagen in den Bornholmfängen bei 26·4 cm., in den Küstenfängen bei 24 cm.

Wenn Bornholm- und Küstenfänge getrennt untersucht und auch getrennt behandelt wurden, so geschah das aus folgenden Gründen:

Bekanntlich bestehen die Bornholmfänge fast ausschliesslich aus laichreifen Flundern der IV- bis VII-Gruppe, neuerdings auch Tieren der III-Gruppe, soweit diese durch die Lichtung der Bestände und durch das hierdurch ausgelöste schnellere Wachstum schon laichreif werden. Die Küstenfänge dagegen enthalten auch noch Flundern der II- und III-Gruppe, die nicht laichreif sind. Beide Bestände haben einen grundverschiedenen Altersaufbau. Wir sind bei der Behandlung des Flundermaterials aus der mittleren Ostsee aber noch weiter gegangen und haben auch die Küstenfänge aufgeteilt in Fänge von Abwachsgebieten und Jungfischplätzen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass wir Fangplätze mit gemischten Beständen haben, auf denen Flundern aller Jahrgänge, auch der II-Gruppe, stehen und ausgesprochene Jungfischgründe, wie den "Graben" b./S., der von August an in unvorstellbarer Dichte von den Tieren der III-Gruppe und vor allem von der um diese Zeit an die Küste kommenden II-Gruppe monatelang besiedelt und dann Gegenstand einer rigorosen Fischerei werden.

Wie verschieden der Altersaufbau auf diesen drei unterschiedenen Fangplatz-Gruppen zu sein pflegt, geht deutlich aus Abb. 1 hervor.

5. Die Altersuntersuchungen zeigten 1929 infolge des bis dahin geringfügigen Eingriffs noch eine gewisse Überalterung der Bestände auf. Nach Untersuchungen von Heidrich und Kändler bestanden die Bornholmfänge 1925 zu etwa 90 % aus 5-jährigen und älteren Tieren (Abb. 2), wovon etwa 30 % sogar 7 Jahre und älter waren. 1929 hatten sich die Verhältnisse nur in soweit geändert, als jetzt der Prozentsatz an 5-jährigen und älteren Tieren noch etwa 50 % betrug, eine Folge des Wenigerwerdens der ältesten Jahrgänge. Trotzdem konnte damals noch nicht von einer wirtschaftlichen Befischung der Flunderbestände gesprochen werden.

In den *Zustand optimaler* und damit *wirtschaftlicher Fischerei* trat der Flunderbestand der mittleren Ostsee erst im Jahr 1930 ein. Das war natürlich damals weder für die Fischerei sichtbar noch von der Wissenschaft festzustellen. Beiden fehlte zu jener Zeit noch die Erfahrung in der Beurteilung des Ausmasses menschlichen Eingriffs in den Bestand, sowie in der Deutung der infolge der Lichtung auftretenden Anzeichen. Im übrigen glaubte man auch mit einem gewissen Recht annehmen zu dürfen, dass die Flunder eine weit grössere biologische Kraft besässe als die Scholle, den Eingriff des Menschen in den Bestand also auch besser ausgleichen und damit unwirksam machen könne als diese. Denn die Flunder besitzt ohne Zweifel eine grössere ökologische Valenz als die Scholle und lebt in der mittleren Ostsee im Gegensatz zu ihr im Optimum ihrer Verbreitung, was schon daraus ersichtlich ist, dass der Flunderbestand fast garnicht oder nur unmerklich fluktuiert und die Flunderfangerträge der letzten 20 Jahre bis zum Jahre 1935 die gleichen geblieben sind. Jedenfalls 1931 und selbst in den nächsten Jahren war für Niemanden mit Sicherheit festzustellen, dass das Optimum der Befischung erreicht und bereits durchschritten war. Diese Befischungsphase war sehr kurz. Eigentlich glich sie einem kurzen Verweilen auf dem Gipfel einer Kurve.

Wir haben versucht, die Merkmale, die wir rückschauend als typisch für diese Phase erkennen konnten, zusammenzustellen (1930) (Zahlentafel 1 u. 2):

1. Der Gesamtfangertrag der Deutschen Flunderfischerei in der Ostsee lag mit 6·2 Mill. kg. etwas höher als im Vorjahr.

2. Der Fangertrag in der mittleren Ostsee blieb mit 90 % = 5·5 Mill. kg. fast der gleiche wie im Vorjahr.

3. Der mittlere Fangertrag je Kutter hatte gegenüber dem Vorjahr eine Steigerung in Sassnitz auf 84 kg. und in Kolberg auf 90 kg. erfahren.

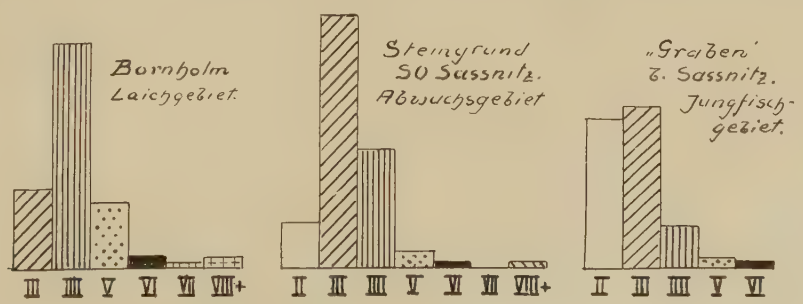


Abb. 1. Verschiedene Zusammensetzung im Altersaufbau der Flunderbestände im Laichgebiet, Abwachsgebiet und Jungfischgebiet (nach Untersuchungen aus dem Jahr 1932).

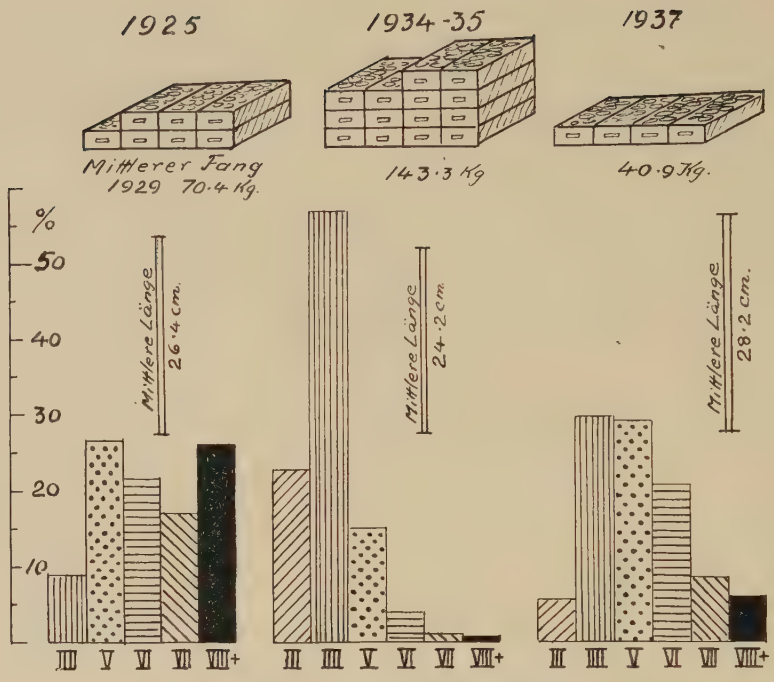


Abb. 2. Mittlerer Fangertrag und Altersgruppenzusammensetzung in Bornholmfängen.

4. Das Abfischen der älteren Jahrgänge hatte insofern Fortschritte gemacht, als jetzt über 40 % aus 3- und 4-jährigen Tieren und nur etwa 60 % aus älteren Jahrgängen bestand gegenüber 1925, wo noch über 90 % aus 5-jährigen und älteren Flundern bestanden hatte.

5. Das Längenmittel der Bornholmfänge war infolge der starken Verjüngung des Bestandes trotz der Wachstumsbeschleunigung gefallen, und zwar von 26 cm. auf 25 cm., in den Küstenfängen dagegen nicht. Diese Tatsache ist ein Zeichen dafür, dass nur der Laichbestand in seinen ältesten Vertretern eine Abnahme erfahren hatte, der gemischte Bestand der Küstenregionen aber nicht, jedenfalls nicht in dem Masse, dass die Lichtung nicht durch das raschere und bessere Wachstum der jüngeren Tiere hätte ausgeglichen werden können.

Bereits 1931 wechselte der Flunderbestand der mittleren Ostsee in die *nächste Befischungsphase* über. Ich habe sie, da der Flunderbestand sich in diesem Abschnitt der Entwicklung in einer Art labilen Gleichgewicht befand und auf kleinste biologische oder fischereiliche Ereignisse reagierte, die "*kritische Phase*" genannt. Dieser Abschnitt dauerte bis 1934. Auch ihm sind typische Merkmale eigen (Zahlentafel 1 u. 2):

1. Der Gesamtflunderfang bewegte sich in den Jahren von 1931 bis 1934 wie vor dem zwischen 6·7 Mill. kg. und 6·4 Mill. kg.

2. Der Fangertrag in der mittleren Ostsee betrug 87 % bis 89 % des Gesamtfanges = 5·9 Mill. kg. bis 5·5 Mill. kg.

3. Der Einzelfangertrag je Kutter stieg in kürzester Zeit um das Doppelte des Ertrages von 1930.

4. Die Abfischung der älteren Jahrgänge schritt weiter fort, sodass infolge der dadurch eingetretenen Lichtung jetzt auch schon 3-jährige Flundern laichreif wurden und in ihren Spitzengruppen in den Laichbeständen des Bornholmbeckens auftauchten. Zwangsläufig griff also die Fischerei immer mehr auf jugendliche Jahrgänge zurück, die wiederum infolge der Lichtung und der besseren Wachstumsverhältnisse immer häufiger das Mindestmass erreichten. Wie Abb. 2 zeigt, bestanden z. B. 1934/1935 bereits über 20 % der gesamten in Deutschland angebrachten Bornholmfänge aus der III-Gr. und über 50 % aus der IV-Gr., der Rest nur aus älteren Tieren.

Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse auch im Küstengebiet (Abb. 3). Hier trat die Abfischung von jugendlichen Stadien nur noch schärfer in Erscheinung, da im August die II-Gr. auf die Küstenfangplätze kam und von da an ebenfalls Gegenstand der Fischerei wurde. Die Fischerei baute sich zu diesem Zeitpunkt (1933) gewöhnlich bis zu 80 oder 90 % auf diesen jugendlichen, unreifen Tieren der II- und III-Gr. auf und lichtete sie stark.

5. Der Längenmittelwert in den Fängen sank trotz dieser verstärkten Fischerei auf jugendliche Tiere gegenüber 1930 nur um ein geringes. Welche einschneidenden Strukturveränderungen trotzdem im Bestand eingetreten waren, zeigen Abb. 4 und 5.

So stieg trotz der geringfügigen Veränderungen im

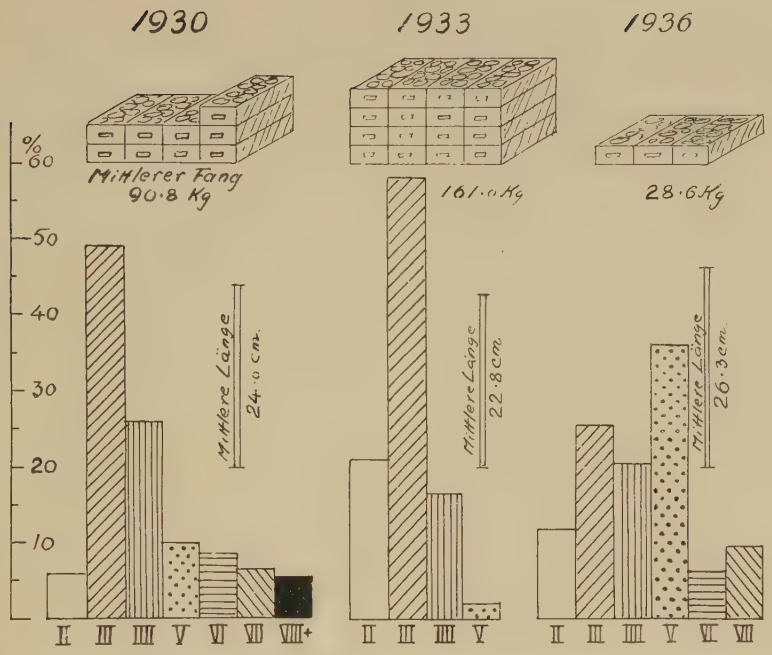


Abb. 3. Mittlerer Fangertrag und Altersgruppenzusammensetzung der Kolberger Küstenfänge.

Gesamtlängenmittel der Mittelwert der III-Gr. über 2 cm., der der IV-Gr. um 2 cm. und der der VI-Gr. um 3 cm. Zu gleicher Zeit nahm im Fang die III-Gr. von 13 % auf 29 %, die IV-Gr. von 30 % auf 57 % zu, während der Anteil der V-Gr. von 36 % auf 11 %, der der VI-Gr. von 9 % auf 2 % und der der VII-Gr. von 12 % auf 1 % sank.

Man muss zugeben, dass das geringfügige Absinken der Längenmittel in keinem rechten Verhältnis zu den tatsächlich erfolgten Strukturveränderungen zu stehen scheint und dass man allein auf Grund der Längenmessungen garnicht in der Lage gewesen wäre, die Grösse des fischereilichen Eingriffs auch nur annähernd abzuschätzen. Denn bezeichnenderweise zeigten auch die Fangerträge trotz der sich schon lange anbahnenden Katastrophe noch über Jahre hinaus hohe Spitzenfänge. *Marktstatistische Untersuchungen müssen daher neben fortlaufend ausgeführten Längenmessungen auch genaue Untersuchungen über den Altersaufbau der Fänge umfassen.* In der Regel wird nämlich — wie auch hier — die eingetretene Lichtung der Bestände und der dadurch hervorgerufene gewichtsmässige Fangausfall durch das raschere Wachstum des Einzeltieres ausgeglichen und überdeckt. Erst dann, wenn diese Wachstumsbeschleunigung nicht mehr ausreicht, um den entstehenden Fangausfall zu decken, wird die Bestandslichtung offenbar. Und dann ist meistens die Katastrophe nur mit grössten wirtschaftlichen Opfern, wie einschneidenden Schonmassnahmen, Fangbeschränkungen usw. abzuwenden.

Die in der Flunderfischerei eintretende Katastrophe fiel in das Jahr 1935. Folgende Merkmale waren dieser Phase eigen (Zahlentafel 1 u. 2):

1. Der Gesamtfangertrag der Deutschen Flunderfischerei in der Ostsee fiel von 6·4 Mill. kg. (1934) auf 5·3 Mill. kg. (1935) und sogar schliesslich auf 5·1 Mill. kg. (1937) (siehe Anlage, S. 113). Ich will nicht behaupten, dass das Absinken des Gesamtfangertrages ausschliesslich eine Folge der Überfischung gewesen wäre. Es wirkten noch eine ganze Anzahl Faktoren mit, die auf der einen Seite das Bestreben zeigten, den Gesamtfangertrag zu steigern, wie es z. B. durch den Mehranfall in der Flunderfischerei der östlichen Ostsee der Fall war. Auf der anderen Seite wurde aber auch ein Sinken des Fangertrages bewirkt, wie z. B. durch die Umstellung der Plattfischzeesenfischerei auf Hering, Sprott und Dorsch und auch nicht zu vergessen durch die 1935 eingeführte Flunderschonzeit.

So standen z. B. in Sassnitz 1933/37 dem Rückgang der Flunderfangerträge von 200,000 kg. auf 73,000 kg. eine Zunahme der Heringsfänge in der Heringszeesenfischerei von 160,000 kg. auf 800,000 kg. und ein zusätzlicher Sprottfang von 0 kg. auf 200,000 kg. gegenüber, nachdem der Sprottfang schon 1935 500,000 kg. betragen hatte. 1936 wurden in Sassnitz allein 738 Doppelzeesenreisen und 296 Einzelreisen, das sind insgesamt 1700 Einzelreisen auf Hering und Sprott gemacht. Dem gegenüber standen in derselben Zeit nur etwa 1400 Plattfischreisen.

Auch die Flunderschonzeit hat Einfluss auf den Flunderfangertrag gehabt. Unter Zugrundelegung der Fangerträge vom Jahr 1934 wäre — wenn man die Schonzeit schon 1934 eingeführt hätte — der mittlere Fangertrag in Sassnitz etwa 132 kg. statt 173 kg. gewesen und der Fangertrag wäre von 1934 auf 1935

Abb. 4. Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen Längen- und Altersgruppenzusammensetzung.
A. Bornholmfänge 1930.

um 12 kg. statt wie jetzt um 53 kg. gesunken. In Kolberg hätte der mittlere Fangertrag unter der gleichen Annahme 1934 etwa 157 kg. statt 207 kg. betragen und er wäre von 1934 auf 1935 um 39 kg. statt wie jetzt um 89 kg. gefallen.

Trotz dieses nicht zu leugnenden Einflusses auf den Gesamtfang waren alle diese hier erwähnten Faktoren doch nur von untergeordneter Bedeutung. Denn trotz der Berücksichtigung dieser Faktoren fiel der mittlere Fangertrag auch nach der Umstellung der Plattfisch-

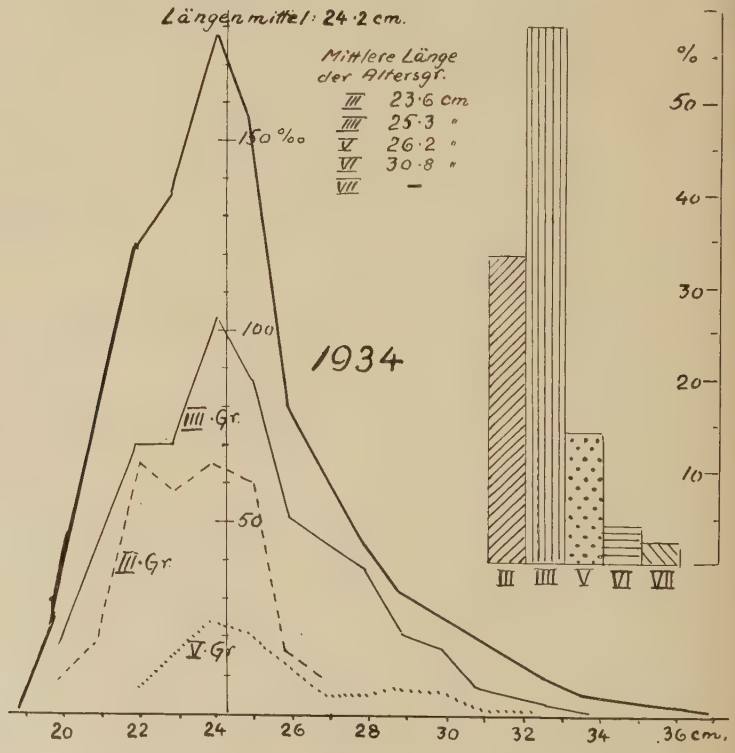


Abb. 5. Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen Längen- und Altersgruppenzusammensetzung.
B. Bornholmfänge 1934.

zeesenfischerei auf Hering und Sprott und nach Einführung der Flunderschonzeit weiterhin. So sank er z. B. in Sassnitz 1936 auf 76 kg. und 1937 sogar auf 41 kg., also seit 1934 um $^3/_4$. In Kolberg sanken die mittleren Fangerträge 1936 auf 81 kg., um 1937 auf 29 kg. zu fallen. Das bedeutet seit 1934 einen Rückgang des Ertrages um $^5/_6$.

Dieser Fangrückgang kann nur als Folge einer Überfischung der Flunderbestände der mittleren Ostsee aufgefasst werden. Er charakterisiert sehr klar, in welchem Umfang der Flunderbestand der mittleren Ostsee von der Fischerei angegriffen wurde.

Es ist hier vielleicht der Ort, einige Worte über die Methodik von bestandsanalytischen Untersuchungen einzuflechten. Wir sagten bereits, dass derartige Untersuchungen nur ihren Zweck erfüllen können, wenn sie über viele Jahre fortlaufend sowohl Längenmessungen als auch Altersuntersuchungen umfassen. Nur beide zusammen sind imstande, die tatsächlichen, im Bestand vor sich gegangenen Strukturveränderungen aufzuzeigen. Jedoch auch das ist für den Fischereiwissenschaftler unzureichend. Denn die aus derartigen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse können nicht allein die Grösse der Lichtung angeben. Sie sind auch nicht in der Lage festzustellen, ob die Lichtung eines Bestandes allgemein und vor allem in allen Gebieten gleichmässig erfolgt ist, oder ob sie auf bestimmten Fangplätzen stärker zu spüren ist als auf anderen usw. *Beides ist für die Lokalisierung des Überfischungsherdes und auch für das Wesen der Überfischung wichtig. Durch das Erkennen dieser inneren Zusammenhänge usw. werden wir erst in die Lage versetzt, unsere Gegenmassnahmen an der richtigen Stelle und in einer wirtschaftlich bestmöglichen Art und Weise anzusetzen.*

Das hierfür nötige Rüstzeug erhalten wir aber erst durch eine ausführliche Anlande- und Fangstatistik, die gestattet, sowohl die Einzelfänge der Fischer als auch den jeweiligen Fangplatz zu erfassen. Wir haben diese Notwendigkeit bei unseren Arbeiten frühzeitig erkannt und haben mit Hilfe der Genossenschaften eine derartige Fangstatistik aufgebaut und sie auch weitgehend bei den vorliegenden Untersuchungen verwertet.

Wir sagten vorhin, dass der mittlere Fangertrag auf den Anlandeplätzen der mittleren Ostsee allgemein stark abgesunken sei. Wir wollen uns jetzt mit Hilfe unserer Fangstatistik die Frage zu beantworten versuchen: *Auf welchen Fangplätzen wurde eine Lichtung bemerkt und ist die Lichtung auf allen Fangplätzen gleichmässig eingetreten oder gibt es wichtige graduelle Unterschiede?* Die Antwort gibt Zahlentafel 1. Während

Zahlentafel 1.

Jahr	Gesamtfang in Mill. kg.	mittlerer Einzelfang Sassnitz in kg.	mittlerer Einzelfang Kolberg in kg.	mittlerer Einzelfang Bornholmbecken	mittlerer Einzelfang Küste	Fang-Anteil an 3- und 4-jährig. Tieren (Bornholm)	Längenmittel von Bornholmfängen	Längenmittel von Kolberger Küstenfänge
1925	—	—	—	—	—	9	—	—
1929	5·1	70·4	—	—	—	—	26·4	24·0
1930	5·5	83·6	90·8	—	—	42	25·1	24·0
1931	5·9	150·0	120·8	—	—	78	24·1	22·3
1932	5·7	144·5	157·5	—	—	88	25·2	23·0
1933	5·8	—	161·0	—	—	71	24·2	22·8
1934	5·5	179·3	207·1	—	—	85	24·2	23·0
1935	4·4	120·4	118·8	143·3	109·9	60	27·0	23·0
1936	4·5	76·1	80·5	141·4	52·4	34	28·2	26·3
1937	3·8	40·9	28·6	94·7	10·1	35		

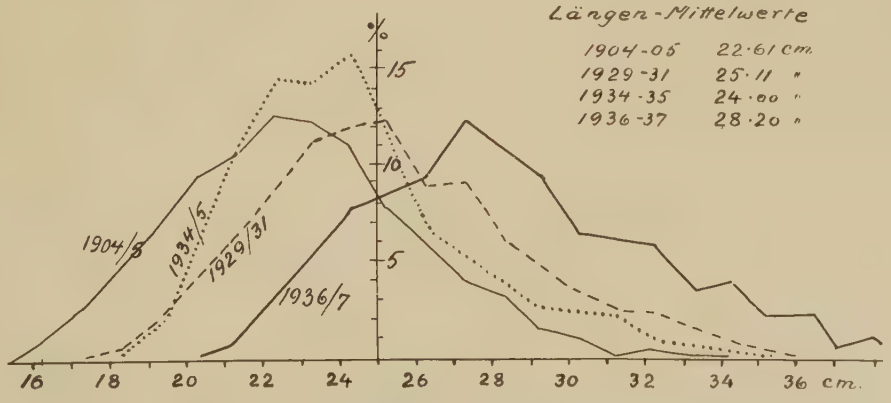


Abb. 6. Längenzusammensetzung von Flunderfängen aus dem Bornholmbecken aus den Jahren 1904/05 (Strodtmann), 1929/31, 1934/35 und 1936/37.

die mittleren Fangerträge der Bornholmfänge in der fraglichen Zeit verhältnismässig wenig absanken (von 143 kg. auf 95 kg.), gingen sie in den Küstenfängen bedeutend stärker zurück (von 110 kg. auf 10 kg.). Die Bornholmfänge fielen also um etwa $^1/_3$, die Küstenfänge um $^9/_{10}$ ihrer früheren Erträge. Diese Feststellung ist sehr aufschlussreich.

Betrachten wir zunächst die Längenzusammensetzung der Fänge während dieser Jahre, so zeigt sich, dass die Längenmittel in den Bornholmfängen von 24 cm. auf 28 cm., die Küstenfänge von 23 auf 26 cm. stiegen. Sie erreichten damit eine Höhe, wie sie in den Bornholmfängen nur im Jahre 1929 bekannt geworden sind, in den Küstenfängen aber niemals. In Abb. 6 ist der Verlauf für die Bornholmfischerei in einer Kurve dargestellt.

Die anfänglich links im Bild liegende Kurve wanderte in der 1. Phase nach rechts, behielt aber ihre rundbucklige Form bei, in der "kritischen Phase" wurde eine Rückwanderung festgestellt bei gleichzeitigem Steilerwerden der Kurve, um dann mit Eintritt in die Überfischungsphase wiederum stark nach rechts zu wandern bei gleichzeitiger Wiedererlangung ihrer ursprünglichen rundbuckligen Form. Die Bornholmfischerei hat also offensichtlich — um es nochmals zu formulieren — nach Eintritt in die "kritische Phase" und nachdem die jugendlichen Jahrgänge abgefischt waren, wieder auf die bereits stark gelichteten älteren Tiere zurückgreifen müssen. Trotzdem im Bornholmbecken infolge des Zusammenströmens der Laichtiere auf beengtem Raum noch immer eine relativ dichte Besiedlung angenommen werden kann, gingen die Fangerträge bei dem Ausfall an jugendlichen Jahrgängen doch immerhin erheblich zurück. Die Fänge aber, die von den Küstenfangplätzen stammten, mussten, da sie ja auf einen gemischten Bestand angewiesen waren, in dem ausserdem noch die jugendlichen Tiere der II- und III-Gruppe einen grossen Raum einzunehmen pflegten, entsprechend grösseren Fangausfall hervorrufen.

Die Ursache war also eine übermässige Lichtung jugendlicher noch nicht laichreifer Bestände, der das Abfischen alter Flundern vorauf gegangen war. Überschauen wir noch einmal die hier geschilderte Entwicklung, so haben wir einen vollständigen Ablauf aller Phasen des fischereilichen Eingriffs vor uns. Die wichtigsten Stationen auf diesem Weg waren folgende (Zahlentafel 2):

1. Phase: Die zunehmende Befischung des Flunderbestandes durch die Zeesenfischerei lichtet in steigendem Masse die älteren langsamwüchsigen, teilweise auch überalterten Jahrgänge und erziehlt bei steigenden Fangerträgen ein schnelleres und wirtschaftlicheres Wachstum des Nachwuchses. Dieser Zustand dauerte bis 1930.

2. Phase: Die Durchfischung des Bestandes hat Fortschritte gemacht, so dass trotz weiterer Lichtung der Bestände und weiterer Wachstumsbeschleunigung der Einzeltiere keine gesunde Ertragssteigerung mehr erzielt werden kann — es sei denn, auf Kosten der für die Bestandserhaltung wichtigen unreifen Jahrgänge. Es ist die *Phase optimaler Befischung*. Sie währte nur ein Jahr (1930).

3. Phase: Die weitere Intensivierung der Fischerei lichtet die älteren Jahrgänge so stark, dass die Fischerei in steigendem Masse gezwungen wurde, jugendliche Tiere zum Fang heranzuziehen, wenn sie den Fangertrag auf gleicher Höhe halten wollte oder ihn zu erhöhen wünschte. Diese Phase, die von 1931 bis 1935 dauerte, wurde die "*kritische Phase*" genannt.

4. Phase: Die Fischerei geht aus den vorgenannten Gründen ganz zur Befischung jugendlicher unreifer Jahrgänge über und lichtet sie so weit, dass die Fangerträge schlagartig absinken. Damit ist das Schicksal des Flunderbestandes der westlichen Ostsee entschieden und der Bestand tritt in die *Überfischungsphase* ein. In dieser befindet er sich zur Zeit noch.

Soweit zunächst über die Verhältnisse des Flunderbestandes in der mittleren Ostsee.

Wie ich schon eingangs erwähnte, befindet sich der Flunderbestand in der **östlichen Ostsee** noch im Anfang der Befischung. Die sich in den letzten Jahren machtvoll entwickelnde Zeesenfischerei hat

Zahlentafel 2.

Befischungsphasen des Flunderbestandes in der mittleren Ostsee.

Phasen:	Gesamtfang:	Einzelfang:	Mittelwert:	Altersaufbau:
1. Phase: Befischungsbeginn: bis 1929	steigt	steigt	steigt	Abfischen d. älteren Jahrg.; jüng. frohwüchsig
2. Phase: Optimum d. Befischung: 1930	gleichbleibend	noch steigerungsfähig	gleichbleibend	Bestand gut durchfischt. Tiere raschwüchsig, jedoch noch genügend Laichtiere, jugendl. Stadien nicht befischt
3. Phase: Kritische Phase: 1931—1934	gleichbleibend	steigt nicht mehr, schwankend	fällt	Wenig ältere Jahrg. steigende Fischerei auf jugendl. Jahrg.
4. Phase: Überfischung: 1935—heute	sehr rasch absinkend	sehr rasch absinkend	steigt	Wenig ältere Jahrg. auch jüng. Jahrg. stark gelichtet

aber bereits in breiter Front einen Angriff auf die dortigen Bestände eröffnet:

So betrug z. B. 1928 der Gesamtfang nur 5,026 kg.; diese stammten von 212 Fangreisen. Der Fangdurchschnitt betrug 24 kg.[1])

1937 wurden bereits 278,896 kg. in 1,881 Fangreisen angebracht bei einem Fangdurchschnitt von 201 kg.

Die Fangmenge ist also innerhalb der letzten 10 Jahre um das 75-fache gestiegen. Der Fangertrag je Reise stieg ebenfalls um das 9-fache; seit Einführung der starken Motore usw. 1931 allein um das $2^1/_2$-fache. Damit steht Neukuhren als Flunderanlandeplatz vor Sassnitz und Kolberg an erster Stelle. Die Menge der angelandeten Flundern war 1937 5-mal so gross wie in Sassnitz und 4-mal so gross wie in Kolberg. Diese Zahlen zeigen deutlich, dass mit der Intensivierung der dortigen Flunderfischerei der Schwerpunkt der Plattfischzeesenfischerei weiter nach Osten verlegt ist. Die Steigerung der Erträge war nur durch den Ausbau der dortigen Kutterfischerei, durch die Ausdehnung der bisherigen Sommerfischerei über das ganze Jahr und durch das Aufsuchen bisher nicht befischter Flunderbestände möglich. Trotz der relativ kurzen Befischungsdauer der dortigen Bestände kann man heute nicht mehr von überalterten Flunderbeständen sprechen. Die angelandeten Flundern bestehen schon jetzt aus verhältnismässig jungen Jahrgängen.

Es wird daher unserer ganzen jetzt gewonnenen Einsicht bedürfen, die Bestände in der östlichen Ostsee unter Vermeidung bisheriger Fehler nur soweit abzufischen, bis sie sich dem Zustand optimaler Befischung nähern und dann zu versuchen, sie in dieser Phase der Befischung zu erhalten.

Hiermit spreche ich zugleich das höchste und vornehmste Ziel unserer fischereilichen Forschung aus: Die Fischereiwissenschaft muss versuchen, für jeden genutzten Fischbestand den Zustand wirtschaftlichster, d. h. optimaler Befischung zu finden und ihn in dieser anscheinend sehr flüchtigen Phase der Befischung zu erhalten. Die vorliegenden Untersuchungen haben uns auf dem Weg zu diesem Ziel weitergebracht. Sie ermöglichten vor allem den fischereilichen Eingriff in den Bestand bei einem wirtschaftlich wichtigen Fisch in allen Phasen zu beobachten und die für den jeweiligen Befischungsgrad typischen Merkmale herauszuarbeiten.

Fragen wir uns nun, welche Massnahmen hat die Fischereiwissenschaft in einem Fall wie dem vorliegenden zu treffen und vorzuschlagen, um die weitere Entwicklung aufzuhalten. Die *Antwort* ist sehr einfach: *Unser Ziel muss sein, den Flunderbestand auf den Befischungszustand von 1930 zurückzuführen oder aber, wenn das zur Zeit aus wirtschaftlichen Erwägungen nicht möglich sein sollte, ihn wenigstens dem damaligen Befischungszustand näher zu bringen.*

Ich habe die hierfür notwendig erachteten Massnahmen bereits in meiner im Druck befindlichen Arbeit dargelegt, und die Frage wie folgt beantwortet:

Die heute geltenden Schonmassnahmen konnten diese Entwicklung nicht verhindern, denn einmal hatte die Flunder in den letzten Jahren eine Wachstumsbeschleunigung erfahren, die einen weit grösseren Teil der schutzbedürftigen II-Gruppe das Mindestmass erreichen liess als früher. Zum anderen wurde durch die 1935 eingeführte Schonzeit nur der Schutz der laichreifen Flunder erzielt. Ein wirksamer Schutz des Flunderbestandes in der mittleren Ostsee muss aber unbedingt die volle Schonung der II-Gruppe einschliessen. Das kann dadurch geschehen, dass in den Monaten, in denen sich nachweislich die II-Gruppe an der Küste einfindet und in den Marktbestand einschaltet, das Anlanden der Marktsorte II kontingentiert oder noch besser verboten wird. Oder aber, dass das Schonmass der Flunder in diesem Gebiet von 20 auf 23 cm. heraufgesetzt wird. Die Schonzeit für die Laichflunder muss bleiben, allerdings hat sie nur Zweck, wenn sie nicht nur von Deutschland innegehalten wird, sondern wenn sich alle anderen im Bornholmbecken Fischfang betreibenden Nationen daran beteiligen. Der Einwand, dass derartige Schonmassnahmen wirtschaftlich nicht tragbar seien, ist nicht so stichhaltig, dass man deswegen die wichtigen jugendlichen Bestände ohne genügenden Schutz liesse. Ich gebe zu, dass ein derartiges Heraufsetzen des Mindestmasses bezw. ein Verbot der Anlandung der Sorte II für die Fischer der mittleren Ostsee eine ausserordentlich harte wirtschaftliche Massnahme darstellt. Jedoch bin ich der festen Meinung, dass unsere deutschen Fischer die Notwendigkeit dieser Massnahme ohne weiteres einsehen, ja fordern werden, wenn andere Staaten gleiche Massnahmen zum Schutze der Flunder treffen.

[1]) G. Hass: Die Neukuhrener Flundernfischerei, Der See- und Küstenfischer, Heft 3, 1939.

Anlage.

2) Der Fangertrag in der mittleren Ostsee fiel von 1934 bis 1937 von 5·5 Mill. kg. auf 3·8 Mill. kg.
3) Der Einzelfang je Kutter fiel in der Zeit auf einen Bruchteil des Fangertrages von 1934.
4) Der Fanganteil an 3- und 4-jährigen Flundern nahm zum erstenmal ab.
5) Das Längenmittel stieg auf eine bisher nicht erreichte Höhe.

21.

Versuche mit Aussetzungen von Bach- und Regenbogenforellen in die westliche Ostsee.

Von

Paul-Friedrich Meyer, Berlin.

In allen fischereitreibenden Ländern versucht man schon seit langem, die Fischerei durch Verbesserungen der Fischbestände wirtschaftlicher zu gestalten. Der grösste Versuch, der in dieser Beziehung in der Seefischerei gemacht worden ist und auch heute noch von Dänemark und Deutschland Jahr für Jahr durchgeführt wird, ist die Neubesiedlung der völlig verarmten westlichen Ostsee und der dänischen Gewässer mit Nordseeschollen. Als weiterer Grossversuch in der Ostsee ist das Erbrüten von Lachsen und Meerforellen und das Aussetzen dieser Tiere durch Schweden und andere Anlieger der Ostsee zu nennen.

Handelt es sich in diesen beiden Fällen darum, in der Ostsee heimische Fischbestände aufzubessern und sozusagen aufzuforsten, so gibt es daneben noch eine ganze Reihe von Versuchen, die bezwecken, ortsfremde Fische einzubürgern und der Fischerei dadurch zusätzliche Fangmöglichkeiten zu erschliessen. Hierher gehören unter anderen auch Einbürgerungsversuche mit Süsswasserfischen, wie z. B. Bachforellen und neuerdings auch Regenbogenforellen.

Man mag über derartige Versuche denken wie man will, die Wissenschaft kommt bei der immer intensiver gestalteten Ostseefischerei nicht darum herum, alle Möglichkeiten, die sich hinsichtlich der Aufbesserung unserer Nutzfischbestände bieten, genauestens zu erforschen und auf ihre wirtschaftliche Verwendbarkeit zu prüfen; ganz abgesehen davon, dass derartige Untersuchungen, sollten sie sich auch für die Fischerei als unzweckmässig erweisen, unsere Kenntnisse über die Fische erweitern.

Aus dieser Erkenntnis heraus hat der Deutsche Seefischerei-Verein die schon vor Jahren von ihm durch Henking[1]) und Altnöder[2]) eingeleiteten und später von Willer und seinen Schülern[3]) fortgeführten Einbürgerungsversuche von **Bachforellen** in die Ostsee erneut in Angriff genommen und weiter ausgebaut. Unsere Absicht dabei war, zu prüfen, ob die in der mittleren Ostsee und bei Neukuhren erzielten Erfolge, wie z. B. schnelles Wachstum usw. auch zu erzielen waren, wenn man die Bachforellen statt in das schwachsalzige Wasser der mittleren und östlichen Ostsee in das stark salzige Wasser der westlichen Ostsee aussetzte. Dieser Gedanke lag an sich nahe, denn bekanntlich wird ja gerade der Teil der Ostsee, der westlich Kolberg liegt, in erster Linie von Meerforellen (zu denen ja die Bachforellen im Meer werden) besiedelt und aufgesucht. Von Altnöder war daher auch schon früher einmal die Anregung gegeben worden, Aussetzungsversuche bei Rügen und westlich davon vorzunehmen.

Da bei unseren geplanten Versuchen noch mehr als bei denen in der mittleren und östlichen Ostsee Voraussetzung für das Gelingen war, dass im Aussetzungsgebiet und in seiner Nähe kein grösserer Süsswassereinstrom einmündete, wählten E. Fischer und ich die Wismarsche Bucht (Abb. 1). Hier war kein nennenswerter Zufluss von süssem Wasser vorhanden, die Forellen konnten also weder aufsteigen noch wurde der Salzgehalt der Bucht durch Süsswassereinstrom herabgedrückt. Nach Untersuchungen von Krüger und mir[4]) besass die Wismarsche Bucht durchweg

[1]) Henking, H., Untersuchungen an Salmoniden, I. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. LXC, 1929.

Henking, H., Untersuchungen an Salmoniden, II. Rapp. et Proc.-Verb., Vol. LXX, 1931.

[2]) Altnöder, Die Aussetzung von Bachforellen (*Salmo fario* L.) in die Ostsee. Ber. d. D. W. K., N. F., Bd. 7, H. 1, 1934.

[3]) Willer, A. u. Quednau, W., Untersuchungen über den Lachs (*Salmo salar* L.) I. Zeitschr. f. Fischerei, Bd. 29, 1931.

Willer, A. u. Quednau, W., Untersuchungen über den Lachs (*Salmo salar* L.) III, ebenda Bd. 32, 1934.

Willer, A. u. Schnigenberg, E., Untersuchungen über das Wachstum bei Fischen I. Über den Einfluss des Raumfaktors auf das Wachstum der Bachforellenbrut, ebenda Bd. 25, 1927.

Bahr, K., Die Neukuhrener Forellenmarkierungen in den Jahren 1930—1934. Ber. d. D. W. K., N. F., Bd. 7, H. 4, 1935.

[4]) Krüger, K. u. Meyer, P. F., Biologische Untersuchungen in der Wismarschen Bucht. Zeitschr. f. Fischerei, Bd. 35, 1938.

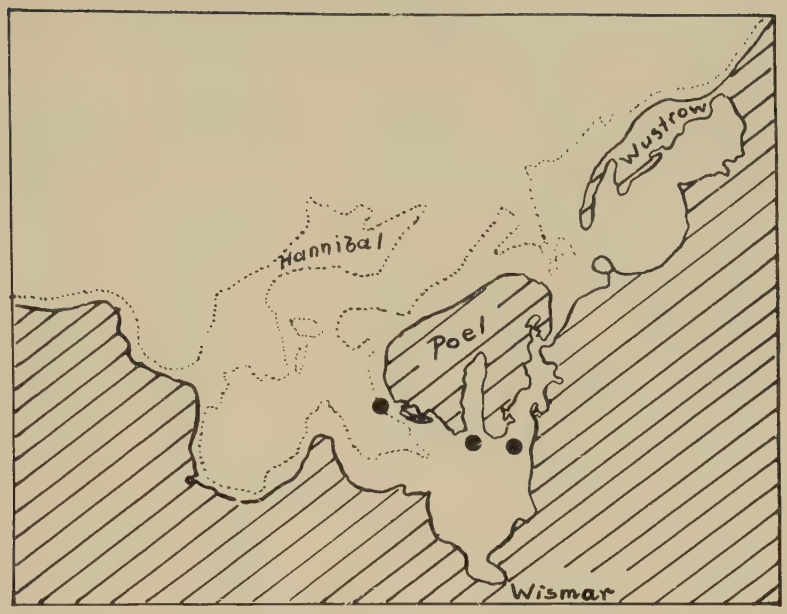


Abb. 1. Wismarsche Bucht. ● Aussetzungsstellen.

denselben Salzgehalt wie die Mecklenburger Bucht, er schwankte etwa zwischen 15 und 20 ‰. Die Bucht hatte ferner den Vorzug, durch die vorgelagerte Insel Poel und eine quer vor ihr liegende Sandbarriere, den "Hannibal", weitgehend von der Ostsee abgetrennt zu sein, sodass ebenfalls ein Abwandern der Tiere in die Ostsee, umgekehrt aber auch ein Einwandern von grösseren Schwärmen grosser Dorsche, usw., die die Forellen gern fressen, nicht zu befürchten war.

Die *Aussetzungen* wurden mit Hilfe des Landrates in Wismar im Jahr 1935 begonnen und konnten bis heute fortgesetzt werden. Es wurden sowohl zweisömmrige als auch einsömmrige Bachforellen und Bachforellenbrut ausgesetzt. An zweisömmrigen Tieren wurden gewöhnlich nur so viel ausgesetzt, als zum Markieren gebraucht wurden, in der Regel 200 Stück. An einsömmrigen Forellen wurden alljährlich 2000 bis 3000 Stück und an Brut in der Regel 30,000 Stück eingesetzt. Markiert wurden nur zweisömmrige Forellen. Einigemale wurde auch versucht, einsömmrige Tiere zu markieren, aber der Erfolg war — wie nach früheren Untersuchungen von Willer und auch nach mündlicher Mitteilung von Scheuring zu erwarten war — negativ. Die Tiere sind für unsere heutigen Markierungsmethoden noch zu klein und gehen daher wohl meistens an den Verletzungen ein.

Die *Kennzeichnung* der zweisömmrigen Forellen geschah zunächst in der üblichen Weise, indem man dem Tier mittels einer chirurgischen Nadel einen $^1/_3$ mm. starken Silberdraht durch die Rückenmuskulatur zog und an dem Draht eine bunte Perle befestigte. Die jetzt im April dieses Jahres ausgesetzten Regenbogenforellen wurden mit einem kleinen roten Zelluloidplättchen gekennzeichnet, das in Art eines Patentknopfes in die Kiemendeckel gedrückt wurde. Dieser Markierung ist für Forellen entschieden der Vorzug zu geben. Auch für Dorsch-, Hornhecht- und Seehasenmarkierungen ist diese Methode, wie ich versucht habe, recht gut geeignet. Dagegen muss sich für Plattfischmarkierungen erst noch ihre Brauchbarkeit erweisen.

Das *Ergebnis* der Aussetzungen von Bachforellen in das salzhaltige Wasser der westlichen Ostsee übertraf alle Erwartungen. Die zweisömmrigen Tiere vertrugen den Aufenthalt im Meer sehr gut. Weder bei der allmählichen Gewöhnung der Tiere an das Salzwasser durch langsames Zugiessen von Meerwasser in die Transportgefässe, noch beim übergangslosen Wechsel von Süsswasser in Seewasser zeigten die Forellen irgendeine sichtbare Erregung oder ein sichtbares Unbehagen. Dasselbe ist auch von einsömmrigen Tieren und sogar von der Brut zu sagen. Die Brut hatten wir nämlich — um sicher zu gehen — noch einige Tage in Glashäfen mit Seewasser aufbewahrt; auch dann zeigte sich nichts ungewöhnliches.

Wie nach den früheren Versuchen zu erwarten war, verloren unsere Forellen nach kurzem Aufenthalt im Seewasser die typische Färbung der Bachforellen und bekamen das Aussehen von Meerforellen; nur vereinzelte Tiere wiesen noch schwache sichtbare rote Flecken auf. Auch das *Fleisch* hatte in kurzer Zeit eine lachsrote Färbung angenommen und die *Konsistenz der Fleischfaser* war der der Meerforelle ähnlich geworden.

Auch hinsichtlich des *Wachstums* wurden unsere Erwartungen übertroffen. Das Wachstum der Forellen stand dem in der östlichen und mittleren Ostsee im allgemeinen nicht nach. Jedoch liess sich vor der

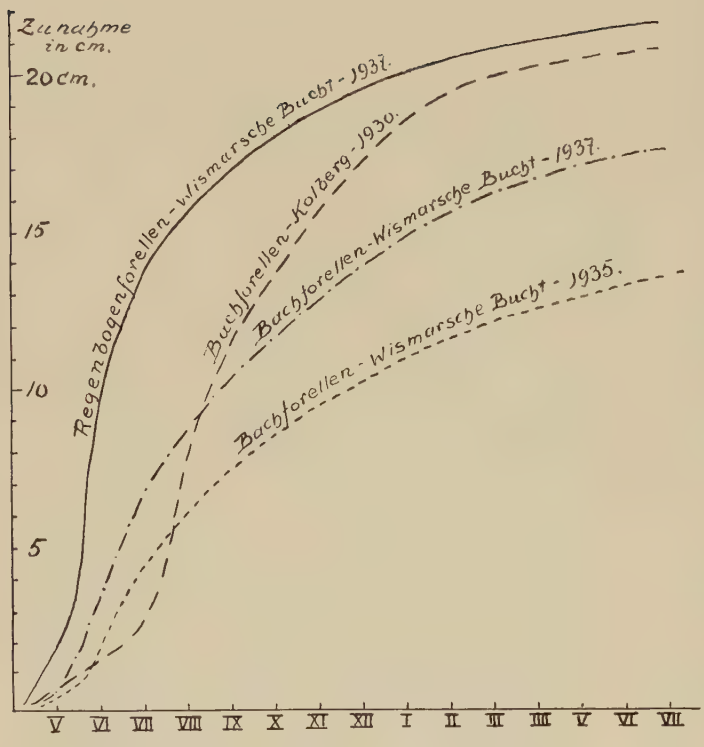


Abb. 2. Wachstumszuwachs von Bach- und Regenbogenforellen, die in einer Grösse von 20—21 cm. in die Ostsee ausgesetzt wurden.

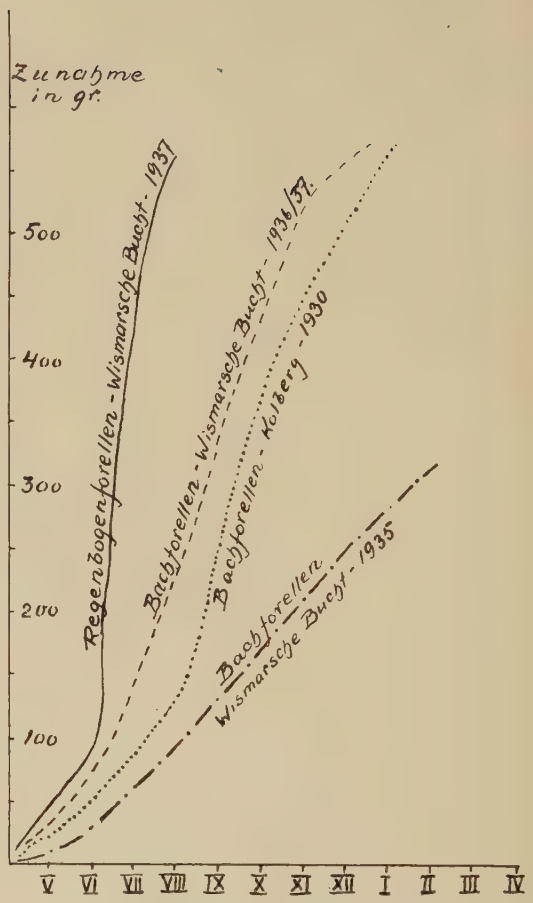


Abb. 3. Gewichtszuwachs bei Bach- und Regenbogenforellen, die mit einem Gewicht von etwa 80—100 Gramm in die Ostsee ausgesetzt wurden.

Hand über die Grösse des zu erwartenden Wachstums in der Bucht noch kein eindeutiges Urteil gewinnen, da die gefundenen Werte in den einzelnen Jahren bisher noch recht verschieden waren. So war z. B. 1935 das Wachstum der ausgesetzten Tiere sehr viel geringer als 1936/37. Auch in den einzelnen Monaten scheinen abweichende Wachstumsverhältnisse zwischen den Forellen in der mittleren Ostsee und denen in der Wismarschen Bucht zu bestehen. So konnte z. B. festgestellt werden, dass die Wismarschen Forellen sofort nach dem Aussetzen im April anfingen zu wachsen, während die Kolberger Forellen erst eine etwa dreimonatige Eingewöhnung verlangten, ehe sie nennenswert zunahmen. Der Wachstumsvorsprung der Wismarschen Forellen wurde aber dann sehr bald durch das danach einsetzende auffällige Wachstum der Kolberger Forellen eingeholt und schon im August und September überboten.

Wie im einzelnen der Längenzuwachs war, geht aus Zahlentafel 1 und Abb. 2 hervor, in der der Zuwachs der Tiere in den einzelnen Monaten dargestellt ist. Die Wismarschen Forellen wuchsen bereits in der Zeit vom April bis Ende Juli von 21 cm. auf 27 cm. im Jahr 1935 und auf 29 cm. im Jahr 1937; also innerhalb von 3 Monaten um 6 bis 8 cm. In der gleichen Zeit konnte bei den Kolberger Forellen nur ein Wachstum von 19 cm. auf 21 cm. oder gar nur auf 19·3 cm. festgestellt werden, also im höchsten Fall von 2 cm. Bereits Ende August lagen die Verhältnisse anders. Die Wismarschen Forellen wuchsen auf 29 cm. bezw. 31·5 cm. heran, während die Kolberger schon eine Länge von etwa 27 cm. erlangten. Im September wurde das Wachstum der 1935 ausgesetzten Forellen bereits überholt, das Wachstum der 1937 ausgesetzten aber fast erreicht. Wie wir sehen, geht von da an die Wachstumskurve der Wismarschen Forellen in einem flacher werdenden Bogen weiter, während die Kolberger Forellen noch bis zu Ende des Jahres weiter wachsen.

Worauf die *Schwankungen* im Wachstum der Wismarschen Forellen zurückzuführen sind, entzieht sich vorläufig unserer Kenntnis. Vielleicht spielen hier *Ernährungsverhältnisse* mit, vielleicht sind es

Zahlentafel 1.

Mittlere Längen von Regenbogen- und Bachforellen, die in die Ostsee ausgesetzt wurden (in cm.).

Monat	Bachforellen (Kolberg) nach Altnöder	Bachforellen (Wismarsche Bucht) 1935	Bachforellen (Wismarsche Bucht) 1936	Bachforellen (Wismarsche Bucht) 1937	Regenbogenforellen (Wismarsche Bucht) 1936	Regenbogenforellen (Wismarsche Bucht) 1937/38
IV	18·8	21.0	21·0	21·0	20·7	20·7
V	18·7	21·1	—	—	22·5	23·0
VI	21·2	22·8	—	—	—	27·0
VII	19·3	27·0	—	29·0	—	33·2
VIII	26·8	29·0	31·5	—	—	35·5
IX	31·0	28·0	32·0	—	—	36·3
X	35·3	30·4	—	—	33·0	35·0
XI	35·3	32·9	38·0	37·1	36·5	37·5
XII	36·5	—	42·5	37·5	—	40·0
I	40·7	—	—	35·0	—	—
II	39·8	33·0	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—	43·0
IV	36·1	35·8	—	—	—	39·5
V	34·3	35·0	—	—	—	38·0
VI	—	34·5	—	—	—	—
VII	—	—	—	—	—	—
VIII	—	—	—	—	—	—
IX	37·0	—	—	—	—	—
X	43·7	—	—	—	—	—
XI	43·0	—	—	—	—	—
XII	—	—	—	—	—	—

auch Folgen von *Temperaturunterschieden*. Ich persönlich neige zu der ersten Ansicht, denn 1936/37 hielten sich gegenüber 1935 bei weitem mehr kleine Heringe in der Wismarschen Bucht auf und die abgelieferten Forellen hatten in der Zeit immer einen oftmals mit 8—10 kleinen Heringen gefüllten Magen. Weiteren Untersuchungen muss die endgültige Klärung dieser nicht unwichtigen Frage vorbehalten bleiben. Dagegen scheint nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen der Salzgehalt des Wassers — soweit er nicht eine gewisse Grenze unterschreitet — für das Wachstum unwesentlich oder doch nicht ausschlaggebend zu sein. Denn einmal hat sich die Wachstumstendenz der Forellen in den hinsichtlich des Salzgehaltes doch sehr verschiedenen Meeresräumen, wie es das Ostseegebiet vor Kolberg und die Wismarsche Bucht sind, doch nur unwesentlich verändert, andererseits sind grosse Wachstumsveränderungen in dem gleichen Untersuchungsgebiet bemerkt worden, obwohl 1935—1937 keine wesentlichen Veränderungen im Salzgehalt des Buchtwassers eingetreten waren. Diese Feststellung ist wichtig und verdient festgehalten zu werden.

Wie im übrigen die Tatsache zu deuten ist, dass das Wachstum der in der Wismarschen Bucht ausgesetzten Forellen sofort einsetzt, während die Kolberger Forellen erst eine dreimonatige Anlaufszeit benötigen, wissen wir zur Zeit noch nicht. Vielleicht ist es darauf zurückzuführen, dass die Forellen bei Kolberg anfangs wieder ins Süsswasser zurückgewandert sind, während die Wismarschen Tiere aus Mangel an Aufstiegmöglichkeiten im Meerwasser bleiben mussten.

Auch hinsichtlich des Ernährungszustandes glichen sich beide Versuchsgruppen. Wie aus Zahlentafel 2 und Abb. 3 ersichtlich, erreichten beide ein beachtliches Gewicht, und zwar in viel kürzerer Zeit als im Süsswasser. Bereits nach einem Jahr Aufenthalt im Meer wogen die beim Einsetzen gewöhnlich 100 g. schweren Tiere etwa 500 g., nachdem sie in der Laichzeit im Herbst schon 700—800 g. gewogen hatten. Hält man das in der gleichen Zeit in einer Zuchtanstalt erzielte Gewicht daneben, so ergibt sich gegenüber einer Zuchtforelle eine 2—3-fache Gewichtszunahme. Wir können also feststellen, dass die Tiere nicht nur in die Länge gewachsen sind, sondern auch einen guten Ernährungszustand aufwiesen. Eine derartige umgesetzte Bachforelle ist sehr schmackhaft und steht qualitativ in keiner Weise der Meerforelle nach, wie wir an zahlreichen Proben feststellen konnten. *Sie kann, wenn sie in genügender Menge der Küstenfischerei zur Verfügung steht, diesem unterstützungsbedürftigsten Fischereizweig von grossem wirtschaftlichen Nutzen sein.* Denn die Forelle bleibt am Aussetzungsort und kommt fast ausschliesslich der Kleinfischerei zugute.

Bezüglich des *Hochkommens* der Forelle und des Am-Ortbleibens scheinen in der Wismarschen Bucht die Vorbedingungen gut zu sein. Nach unseren Untersuchungen blieben unsere Forellen abgesehen von etwa 3 Tieren, von denen das eine nach Warnemünde und zwei in die Trave abgewandert waren, alle am Aussetzungsort.

Zahlentafel 2.

Mittlere Gewichte von Regenbogen- und Bachforellen, die in die Ostsee ausgesetzt wurden (in Gramm).

Monat	Bachforellen (Kolberg) nach Altnöder	Bachforellen (Wismarsche Bucht) 1935	Bachforellen (Wismarsche Bucht) 1936	Bachforellen (Wismarsche Bucht) 1937	Regenbogenforellen (Wismarsche Bucht) 1936	Regenbogenforellen (Wismarsche Bucht) 1937/38
IV	80	100	100	100	110	110
V	80	110	—	—	155	155
VI	—	120	—	—	—	260
VII	—	200	—	320	—	650
VIII	250	250	265	—	—	750
IX	400	200	375	—	—	570
X	500	280	—	—	400	500
XI	520	350	720	620	520	600
XII	600	—	590	460	—	700
I	730	—	—	480	—	—
II	700	250	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—	600
IV	460	450	—	—	—	530
V	380	500	—	—	—	750
VI	—	450	—	—	—	—
VII	—	—	—	—	—	—
VIII	—	—	—	—	—	—
IX	650	—	—	—	—	—
X	650	—	—	—	—	—
XI	900	—	—	—	—	—
XII	—	—	—	—	—	—

Es scheint auch, dass eine genügend grosse Anzahl von Tieren hochkommt. Gewöhnlich wurden etwa 10 bis 15 % der markierten Forellen wiedergefangen, wobei nicht ausser acht gelassen werden darf, dass in der Wismarschen Bucht keine Lachsnetze standen, sondern die Tiere mehr oder weniger zufällig mit der Angel oder in Heringsreusen und Dorschnetzen erbeutet wurden. Ausserdem ist bekannt, dass nur ein Bruchteil der gefangenen Tiere abgeliefert worden sind. Der oben angegebene Prozentsatz an Wiederfängen ist gemessen an anderen Ergebnissen von Lachs- und Meerforellenmarkierungen usw. an sich schon hoch, er kann m. E. aber ohne Übertreibung für die Wismarsche Bucht verdoppelt werden.

Die Frage, ob man zweckmässig *Brut* oder *einsömmrige Tiere* aussetzen soll, hat durch die Untersuchungen von Willer und Altnöder schon generell eine Beantwortung erfahren. Sie kann aber zur Zeit für die Wismarsche Bucht noch nicht beantwortet werden; das zahlreiche Material, was über diese Frage vorliegt, konnte noch nicht bearbeitet werden. Ich möchte aber nach meinen Beobachtungen annehmen, dass man ebenso wie in der mittleren und östlichen Ostsee auch in der westlichen Ostsee einsömmrige Tiere, wenn nicht sogar Brut aussetzen kann. Zweifellos hat im vorliegenden Versuch das Aussetzen von kleinen Forellen und Brut bereits ein gewissen Erfolg gezeitigt. Es scheint schon heute in der Bucht ein kleiner Bestand von Forellen vorhanden zu sein, der auf das Einsetzen von Brut und einsömmrigen Forellen zurückzuführen ist. Von Jahr zu Jahr mehren sich auch die Fangerträge von gut herangewachsenen unmarkierten Tieren, und manche von ihnen haben bereits eine Grösse erlangt, die ein beträchtliches über die hier mitgeteilten Zahlen hinausgeht. Die noch bevorstehende Bearbeitung des umfangreichen Materials, wird gerade die praktische Seite dieser Versuche klären. Von dem Ergebnis wird es dann abhängen, ob man das bisher im kleinen vorgenommene Aussetzen von Forellen in die Ostsee in Zukunft in grösserem Stil vornehmen soll.

Bauten sich die Untersuchungen über die Bachforelle bereits auf ältere Versuche auf, so beschritten wir mit dem Aussetzen von **Regenbogenforellen** ins Meer Neuland. Denn, soviel ich weiss, sind derartige Versuche mit unserer europäischen Regenbogenforelle noch nicht gemacht worden. Trotzdem lag der Gedanke, das einmal zu versuchen, garnicht so fern.

Bekanntlich leben eine ganze Anzahl Salmoniden im Salzwasser oder besitzen die Fähigkeit, einmal ins Salzwasser gesetzt, notfalls dort zu leben. Bei der europäischen Regenbogenforelle war das ebenfalls zu vermuten, denn bekanntlich ist dieses Tier ein Zuchtprodukt zweier amerikanischer Salmoniden: der im Hochgebirge lebenden Shastaforelle und dem Stahlkopflachs, einem typischen Bewohner der salzhaltigen Strommündungen der nordamerikanischen Küste.

Die Annahme wurde durch unsere Ergebnisse bestätigt. Wir haben sogar in der Regenbogenforelle einen Fisch gefunden, der ernstlich für Grossversuche der eingangs erwähnten Art in Frage kommt.

Wie ich schon in meiner kürzlich in den *Berichten*

der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission erschienenen Arbeit ausgeführt habe[1]), zeigten auch die Regenbogenforellen, in die Wismarsche Bucht gesetzt, ein auffälliges aus Zuchtteichen unbekanntes *Wachstum*. Es stand in keiner Weise dem Wachstum der ins Meer gesetzten Bachforellen nach, ja es scheint sogar, als ob es noch grösser ist als dieses. Einige Zahlen mögen das beleuchten: Die im April, in einer Länge von 21 cm., zusammen mit den Bachforellen ausgesetzten zweisömmrigen Regenbogenforellen wiesen bereits nach zweimonatlichem Aufenthalt im Meerwasser von durchschnittlich 15—20 ‰ Salzgehalt eine Länge von 27 cm., im nächsten Monat sogar schon von 33 cm. auf. Unsere zu gleicher Zeit und in gleicher Länge ausgesetzten Bachforellen hatten in dem guten Jahr 1937 in derselben Zeit nur eine Länge von 29 cm. erreicht. Erst im November liess das Wachstum nach und blieb von da an etwa das gleiche wie das der Bachforellen. Es handelt sich hier natürlich um Mittelwerte. Die Variationsgrenzen des Wachstums habe ich in meiner Arbeit zusammengestellt. Sie seien hier noch einmal wiedergegeben:

nach	1	Monat.....	23—26 cm.	.....	115—	195 g.
—	2	—	24—30 -	.....	255—	260 -
—	3	—	28—38 -	.....	255—	680 -
—	4	—	32—44 -	.....	440—	1000 -
—	11	—	43 -	.....		600 -

Der Längenzuwachs betrug also bis Ende des Jahres 21·3 cm.—23·3 cm. und der Gewichtszuwachs 330 g. —890 g. Die Tiere verdoppelten demnach bereits in 7 Monaten ihre Länge und nahmen in dieser Zeit das 3—8-fache an Gewicht zu.

[1]) Meyer, P. F., Aussetzungen von Regenbogenforellen (*Salmo irideus* Gibb.) in die Ostsee. Ber. d. D. W. K., N. F., Bd. 9, 1939.

Auch hinsichtlich der *Standortstreue* verhielt sich die Regenbogenforelle ähnlich wie die Bachforelle. Sie ist vielleicht noch stärker an den Ort gebunden wie diese, denn von den markierten Tieren sind alle ohne Ausnahme in der Bucht wiedergefangen. Der Prozentsatz der Wiederfänge scheint dem der Bachforellen etwas nachzustehen, jedoch ist das vorläufig nur ein erster Eindruck. Die Wiederfänge betrugen etwa 10%, jedoch dürfte auch bei der Regenbogenforelle der tatsächliche Wiederfang bedeutend höher liegen.

Interessant ist, dass die Regenbogenforelle nicht wie die Bachforelle ihr Kleid im Meer verändert. Sie behält ihr buntes Kleid auch nach längerem Aufenthalt im Meerwasser bei und ist dadurch sofort von anderen Salmoniden zu unterscheiden. Die grösste bisher in der Bucht gefangene markierte Regenbogenforelle mass nach etwas über einem Jahr Meeraufenthalt 59 cm. und wog 1300 g. Sie befindet sich z. Z. auf der Weltausstellung in Lüttich. Ausserdem sind noch eine ganze Anzahl unmarkierter Regenbogenforellen eingeliefert, die 42 cm. = 910 g., 40 cm. = 900 g., 45 cm. = 1100 g. massen und wogen.

Ob auch einsömmrige Tiere und Regenbogenforellenbrut im Meerwasser hochkommen, ist bisher noch ungeklärt. Es ist auch noch nicht bekannt, ob diese Entwicklungsstadien noch später als Regenbogenforellen zu erkennen sind, oder ob sie ihr charakteristisches Kleid einbüssen.

Ebenso ist noch nicht recht die Frage des Laichens im Meerwasser geklärt. Wir haben zwar schon eine ganze Anzahl Tiere mit heranreifenden Geschlechtsprodukten gefunden, jedoch nur höchstens 2—3 reife oder abgelaichte Tiere. Jedoch will das im Augenblick noch nicht viel besagen, da zu der üblichen Laichzeit keine geeigneten Geräte zum Fang dieser Tiere in der Bucht aufgestellt sind.

22.

Current Measurements in the Southern North Sea.

By

P. M. van Riel.

In 1938 the current measurements supervised by Dr. van Veen, Chief engineer of the Rijkswaterstaat have been extended from the Maas lightship to all four Dutch lightships.

The observations are made each hour, with a slightly modified Carruthers vertical log, at a depth of 10 m. and were started aboard:

L.V.	Maas	June 1937
—	Terschellingerbank	— —
—	Haaks	Sept. 1938
—	Noord-Hinder	Aug. 1938

The results were compared with the vertical water movement in harbours within the vicinity of L.V.

Tersch. Bank	Terschelling
Haaks	Den Helder
Maas	Hoek van Holland
Noord-Hinder	Vlissingen

With the co-operation of my compatriot I was able to show a graphical representation of the results obtained aboard the L.V. Maas from observations made during the last six months of 1938[1].)

At the top of the diagram are indicated: month, date and phases of the moon: New, first quarter, full and last quarter; then follows the tide-curve for Hoek van Holland; next arrows representing the mean direction and force of the wind in Beaufort scale aboard the lightvessel Maas during the flood- and ebb-tide.

Between these both rows of arrows a curve was drawn showing the distance in km., covered by a water particle during the flood (the flood run), above the zero-line and the ebb run below this line. The arrows indicate the direction of flood and ebb.

The curve at the foot of the diagram shows the difference between flood run and ebb run, i. e., the drift during a period of half a lunar day.

From the graph appeared:

1. The relation between vertical tide movement and moon-phase.
2. The relation between horizontal and vertical tide-movement. This is most evident for L.V. Noord-Hinder and Vlissingen[1]).
3. The relation between wind and drift.

From the hourly current measurements calculations were made for each month as to: the mean flood and ebb-runs in km. per tide, and the mean drift per half lunar day, all with direction.

These monthly means were published in the first Annual Report on Vertical Log Observations by Dr. Carruthers (see this Vol., App. 5).

The mean drift per half lunar day was represented graphically by blue arrows on monthly charts, the residual wind by red arrows[1]).

From one of these charts, for instance, we read that in October 1938 the mean drift per tide was 5·9 km., direction N. 64° E. The residual wind had a force of 2·8 Beaufort, direction about WSW.

On the October-chart was inserted, not only the results for the Dutch lightvessels, but also those for Cromer and Varne which make observations all the year round. The observations aboard L.V. Horns Rev, Galloper and Sandettié are made during the winter months only.

[1]) Not inserted here.

23.

Die Fischerei der Tiefseegarnelen in Norwegen und der Schutz der Kleingarnelen.

Von

Paul Bjerkan, Bergen.

Wenn man den Schutz der Tiefseegarnelen (*Pandalus borealis*) behandeln will, muss man sich zuerst etwas mit der Geschichte der Garnelenfischerei beschäftigen. Wie bekannt, ist die Fischerei auf Tiefseegarnelen zuerst in Norwegen aufgenommen. Im Drammenfjord kannte man die Tiefseegarnelen schon seit Mitte des vorigen Jahrhunderts, und betrieb auch ihre Fischerei mittels Hamen, die, mit Köder versehen, von einem Boote aus oder vom Eis herabgelassen wurden. Sie wurden "Drammensreke" oder auch "Svelvikreke" genannt. Dass sie eben da zuerst gefunden wurden, liegt daran, dass sie in diesem Fjorde in verhältnismässig geringen Tiefen, etwa 30—40 Faden, vorkamen. Auf dem Grunde des Fjordes ist nur schwarzer Schlamm. Es gibt dort kein Leben, da der Eingang des Fjordes bei Svelvik sehr eng und seicht ist.

Die eigentliche Garnelenfischerei verdankt ihre Entstehung Dr. Johan Hjort's Versuch im Jahre 1898, die Garnelen mit einem kleinen engmaschigen Bodenschleppnetz ("ottertrawl") zu fischen, erst im Langesundsfjord und später an mehreren Stellen im Oslofjord. Später wurden die Garnelen an vielen Stellen in den tieferen Fjorden der südlichen, westlichen und nördlichen Küsten Norwegens gefunden. Im Jahre 1903 z. B. hat Johan Klær Tiefseegarnelen in Balsfjord nahe Tromsø gefischt und auch bei Spitzbergen hat Konsulent Thor Iversen sie gefunden. Die wichtigste Epoche in der Fischerei der Tiefseegarnelen trat aber 1929 ein, als Johan Arnt Nilsen von Flekkerøy die Garnelen am Abhange der Norwegischen Rinne ("Revet") ausserhalb Kristiansand fand. Später wurden die Tiefseegarnelen an beiden Seiten der Rinne etwa vom Kvitsøy bis zu Hvaler gefunden, und auch Schweden und Dänen haben an dieser Fischerei teilgenommen. Dr. K. A. Andersson hat das Vorkommen der Garnelen in diesem Gebiete näher untersucht und darüber geschrieben. Übrigens hat auch Alf Wollebæk über die Garnelenfischerei Norwegens in den ersten Zeiten geschrieben. Später hat Thor Iversen über die praktischen Fragen der Garnelenfischerei berichtet und in neuester Zeit haben Hjort und Ruud in ihrer Arbeit: "Rekefisket som naturhistorie og samfundssak" die wissenschaftlichen Verhältnisse der Fischerei behandelt.

Die Garnelenfischerei hat während der reichlich 40 Jahre, in denen sie rationell betrieben ist, eine grosse Entwicklung durchgemacht, was sowohl Fahrzeugen wie Geräten gilt.

In der ersten Zeit wurden kleine Segelfahrzeuge ("skøiter") verwendet, gelegentlich auch kleine Dampfboote. Die Schnelligkeit, mit der das Schleppnetz gezogen wurde, war darum meistens verhältnismässig klein, und der Beifang an Fischen gering. Auch die Schleppnetze waren sehr klein und einfach, obwohl sie sich bald vor denen, die während der ersten Versuche verwendet wurden, durch viele Verbesserungen auszeichneten. Auch die Winde war klein und primitiv und wurde, wenigstens bei den Segelfahrzeugen, mit der Hand bedient.

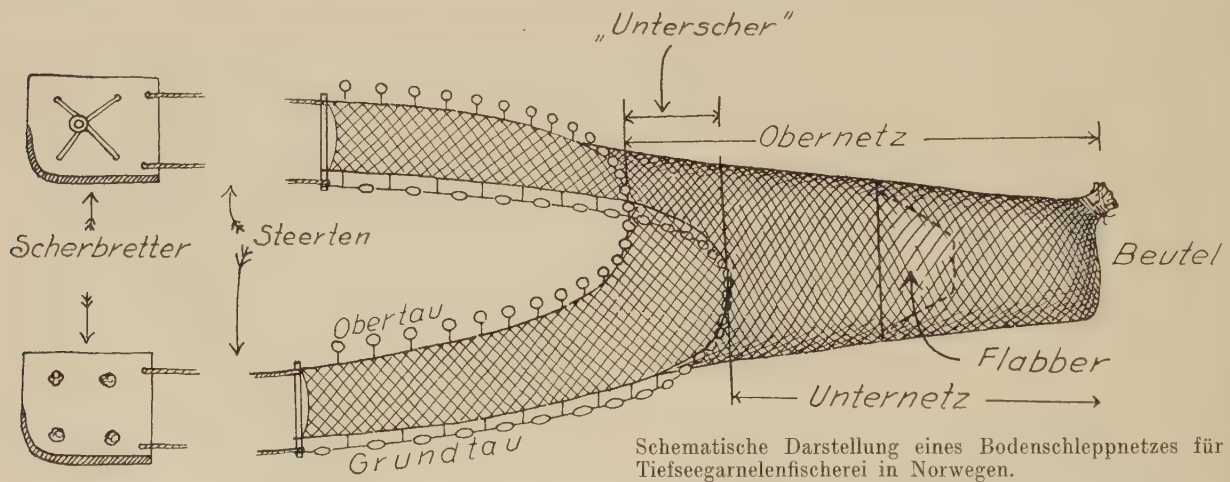
Auf die Einzelheiten der Ausrüstung eines Garnelenfischers will ich hier nicht eingehen, da sie hier bekannt sein dürfte.

Im Jahre 1908 wurde in Norwegen das gewöhnliche Bodenschleppnetz (Trawl) für den Fischfang innerhalb der Territorialgrenzen verboten, jedoch mit Ausnahme des Garnelenschleppnetzes. Es war aber vorgesehen, falls notwendig, die Dimensionen und den übrigen Bau des Garnelennetzes später durch spezielle Verordnungen (königliche Resolution) festzustellen.

Das Garnelenschleppnetz entwickelte sich frei in den folgenden Jahren. In den zwanziger Jahren kamen aber von den übrigen Fischern viele Klagen über Verletzungen von seiten der Garnelenfischer und 1926 wurden die Dimensionen u.s.w. des Garnelenschleppnetzes festgesetzt. Es zeigte sich dabei jedoch, dass das Schleppnetz sich so stark entwickelt hatte, dass es schwierig war, es wieder unter bestimmte Regeln zu bringen. Folgende Verordnungen wurden eingeführt.

1. Grösste Länge des Grundtaues ("steintelne") 22 Meter.
2. Länge der Steerten ("skyggetau") zwischen Scherbrett und Arm ("trålving") 4 Meter.
3. Länge des Beutels ("trålposen") vom Grundtau $7^1/_2$ Meter.
4. Obernetz im Beutel 27 Maschen länger als Unternetz ("underskjer").
5. Kreisumfang, gerechnet vom Mittelpunkt des Grundtaues 360 Maschen.
6. Maschenweite nicht grösser als 35 Millimeter ("36 omfar pr. alen").
7. Flabber ("stengegarn", "kalv") verboten.

Garnelen in der Norwegischen Rinne gefunden wurden und dass sich daher eine grosse Fischerei ausserhalb der norwegischen Grenze entwickeln konnte, wo die neuen Verordnungen keine Gültigkeit besassen. Dies gab Veranlassung zu neuen Verbesserungen und Gewichtsvergrösserungen der Geräte. Dort waren die Gründe, auf denen Garnelen gefischt werden konnten, nicht so eingeschränkt wie in den engeren Fjorden, man arbeitete auf offener See und musste darum grössere Boote und kräftigere Maschinen haben. Auch wurden grössere und schwerere Geräte erforderlich. Es entwickelte sich ein Garnelenbodenschleppnetz speziell für dieses ausserterritoriale Gebiet und machte



Schematische Darstellung eines Bodenschleppnetzes für Tiefseegarnelenfischerei in Norwegen.
Verordnung der Dimensionen des Bodenschleppnetzes in Norwegen (Königliche Resolution vom 5. Januar 1934):
1. Länge des Grundtaues bis zu 26 Meter.
2. — der Steerten - - 10 —
3. — des Beutels, vom Grundtau ab, bis zu 10 Meter.
4. Obernetz im Beutel bis zu 50 Maschen länger als Unternetz (Unterscher).
5. Kreisumfang, gerechnet vom Mittelpunkt des Grundtaues bis zu 500 Maschen.
6. Maschenweite nicht grösser als etwa 35 Millimeter (36 omfar pr. alen).
7. Flabber zu verwenden ist verboten.

Wir sehen, wie sich das Garnelenschleppnetz entwickelt hat. Die Scherbretter waren in der ersten Zeit dicht an den Armen befestigt. Die Arme waren sehr lang und der Beutel kurz. Jetzt ist ein Teil der Arme durch die Steerten ersetzt und der Beutel ist verhältnismässig lang. Auch die Schleppleine (wiren), durch die das Netz geschleppt wurde, mit Hahnenpot und Sperrholz versehen, war bei den meisten Garnelenfischern durch zwei Schleppleinen ersetzt worden, mit doppelter Winde, um das Netz einzuholen. Auch das Gewicht der Scherbretter war beträchtlich gestiegen, von 30 kg. in den ersten Tagen bis jetzt auf über 60 kg.

Diese Entwicklung der Ausmasse und des Gewichts der Geräte war durch die Motorisierung der Fischerboote und ihre damit folgende Vergrösserung möglich geworden. Mit Maschinenkraft konnte man die Schleppnetze mit grösserer Schnelligkeit ziehen und auch schwerere Geräte verwenden und dadurch viel mehr Garnelen und je nach Ort und Zeit auch noch Fische dazu fangen.

Die eingeführte Regelung versuchte einen mittleren Weg zu finden zwischen dem alten von Wollebæk beschriebenen Garnelenbodenschleppnetz und dem am meisten entwickelten und grösseren Schleppnetze. Die Entwicklung war aber zu weit gekommen, als dass sie angehalten werden konnte. Dazu kam, dass die seinen Einfluss geltend in den Forderungen der übrigen Garnelenfischer. Dazu kam noch, dass an einigen Orten, speziell im östlichen Teil der Rinne, ausserhalb Langesund und Hvaler, die Garnelenzüge dicht an und auch innerhalb der Territorialgrenze lagen, sodass es für die Fischer sehr schwierig war, sich streng an die Bestimmungen zu halten und für die Behörde zu kontrollieren, dass die Bestimmungen innegehalten wurden.

Eine Folge dieser Umstände war es, dass von den Garnelenfischern neue Forderungen gestellt wurden, und dass die Verordnungen von 1926 an vielen Stellen nicht befolgt wurden. Im Jahre 1934 wurden die Verordnungen von 1926 in folgender Weise geändert:

1. Länge des Grundtaues 26 Meter (anstatt 22).
2. Länge der Steerten 10 Meter (anstatt 4).
3. Länge des Beutels 10 Meter (anstatt $7^1/_2$).
4. Obernetz 50 Maschen länger als Unternetz (anstatt 27 Maschen).
5. Kreisumfang vom Mittelpunkt des Grundtaues 500 Maschen (anstatt 360).

Nur die Bestimmung über grösste Maschenweite und das Verbot der Anwendung von Flabber wurden aufrecht gehalten.

Dies sind die Verordnungen, die zur Zeit innerhalb der norwegischen Territorialgrenze gültig sind.

Es wird aber jetzt auf Grund von Forderungen der Garnelenfischer der Skagerak-Küste erwogen, die Verordnungen wenigstens an dieser Küste zu ändern und wegen der besonderen Verhältnisse in diesem Gebiete die Anwendung grösserer Geräte zu erlauben. Da ist es eben, dass wir gerne mit den Schweden und Dänen, die auch in demselben Gebiete Tiefseegarnelen fischen, zusammen zu arbeiten wünschen. In diese gemeinsame Arbeit wollen wir gern auch eine andere Frage aufnehmen, nämlich den Schutz der kleineren Garnelen, eine Frage, die eben in dieser Versammlung von Dr. K. A. Andersson erhoben ist.

Ich will hier nur sehr kurz über die Grösse der Geräte sprechen, um näher auf die Frage des Schutzes eingehen zu können.

Wir erwägen jetzt in Norwegen, wenigsten für die äusseren Fahrwässer unserer Skagerak-Küste ein Garnelenschleppnetz von folgenden Massen einzuführen: 800 Maschen Kreisumfang, etwa 80 Maschen "Unterscher" (Obernetz im Beutel länger als Unternetz), Beutel etwa 15 Meter lang, Länge der Steerten etwa 50 Meter.

Die Maschenweite des Netzes ist von Bedeutung für den Schutz der kleineren Garnelen, und ich will jetzt diese Frage näher behandeln.

In Norwegen haben wir bis jetzt nur eine obere Grenze "36 omfar pr. alen" gehabt, d. h. etwa 35 mm. Maschenweite. Hjort und Ruud haben "32 omfar pr. alen" (etwa 39 mm.) vorgeschlagen. Man benutzte früher in Norwegen meistens 36 "omfar", bisweilen doch 40 bis 44 "omfar" (etwa 29 mm. Maschenweite), wenn man Garnelen zum Köder brauchte. Eine untere Grenze der Maschenweite war ohne Belang, da die Fischer selbst kein Interesse hatten, kleinere Garnelen und Kleinmaterial anderer Art heraufzuholen.

Dies änderte sich aber, als die Konservenfabriken begannen, Garnelen in Dosen zu konservieren. Sie benutzten meistens nur kleine Garnelen, oder auch Garnelen von mittlerer Grösse, je nach dem Bedürfnis der einzelnen Fabrik. Kleingarnelen waren nämlich billig, etwa 25 øre pr. kg. gegenüber 80 bis 130 øre für Grossgarnelen. Jetzt hatte es Interesse, auch kleinere Garnelen zu fischen und engere Maschen wurden verwendet. Doch nur die wenigsten Fischer wünschen die kleinsten Garnelen ("gny") zu fangen, da diese ohne Belang sind.

Inzwischen hat sich gezeigt, dass viele von den Gebieten, wo man früher grosse Mengen von Garnelen fischen konnte, sehr arm an Garnelen geworden sind. Hängt dies mit der stärkeren Fischerei von Kleingarnelen zusammen? Es ist möglich, aber man weiss noch nichts genaues, man muss jedenfalls darauf aufmerksam sein.

Wir haben daran gedacht, auch eine untere Grenze für die Maschenweite zu fordern, z. B. zwischen 32 und 36 omfar pr. alen (etwa 39 bis 35 mm. Maschenweite) beim neuen Netz oder auch "unter allen Umständen" im Gebrauch (geloht und feucht). Die Schwierigkeit liegt darin, dass die Grenzen dicht bei einander liegen müssen, um den Forderungen zu entsprechen. Wie sie aber sind, finde ich es ganz klar, dass man auch eine untere Grenze aufstellen muss, und ich will gern über diese Frage die Auffassung meiner interessierten Kollegen hier hören.

Wir haben aber noch andere Erwägungen aufgestellt und auch Versuche gemacht, um die Kleingarnelen zu schonen. Ein Garnelenfischer aus Bergen hat folgenden Vorschlag gemacht. Im Beutel des Schleppnetzes hat er ein Fischnetz angebracht, sodass die Fische und anderes Material nicht in den Beutel gelangen, sondern im Fischnetz zurückgehalten werden. Das Fischnetz hat Maschen "28 omfar pr. alen" (etwa 45 mm.). Die Öffnung des Beutels des Schleppnetzes liegt in einer Ecke und wird da und nicht am Ende zugebunden. Während das Netz gezogen wird, bleibt der Beutel in seiner ganzen Breite liegen, und die Garnelen können im Beutel spielen und lebend an Deck gebracht werden. Sie werden nicht durch Fische oder Kaisergranaten (*Nephrops norvegicus*) in Stücke gebissen oder mit dem übrigen Material zusammen gerollt.

Was uns aber hierbei am meisten interessiert, ist die Tatsache, dass sich die Maschen des Beutels durch das kleinere Gewicht mehr offen halten, sodass die kleineren Garnelen entweichen können, wenigstens soweit die Maschen des Beutels gross genug sind. Bei einer Maschenweite von 35 mm. (36 omfar pr. alen) hat man ein Entweichen von 80 % der Kleingarnelen festgestellt.

Die Garnelen waren — wenigstens in kurzen Zügen — beinahe "Verkaufsgarnelen", und ergaben beim Kochen eine viel bessere Ware. Sie kamen lebend an Deck, und es fanden sich keine zerbissenen und zerstümmelten Exemplare darunter. Die Leute sagten, dass sie etwa 20 øre mehr im Verkauf bedingen konnten, da sie sich viel besser hielten.

Wir haben daran gedacht ein derartiges Fischnetz zu fordern, es ist dies aber mit Schwierigkeiten verbunden. Die Garnelenfischer in Langesund sagten: "Das ist doch grossartig. Wir brauchen nur ein Loch in das Netz zu machen oder ein vorhandenes Loch zu übersehen und so haben wir den Flapper, der ja verboten ist." Dieses durchlöcherte wörtlich unsere Pläne.

Jetzt liegt die Sache so, dass man das Fischnetz im Beutel zur Zeit wahrscheinlich nicht verordnen kann; es müssen neue Versuche gemacht werden und möglicherweise muss es auch den Garnelenfischern empfohlen werden, selbst Versuche mit dem Fisch-

netz anzustellen. Findet man dann, dass die Vorteile beim Zurückhalten der Fische m. w. im Fischnetz so gross sind, dass die Garnelenfischer selbst es wünschen, ist die Sache klar. Dann hat man eine Methode, die Kleingarnelen zu schonen und man erhält in jeder Beziehung eine bessere Qualität.

Dies ist, was ich über die Frage des Garnelenschleppnetzes und über unsere Versuche, eine Methode zum Schutze der Kleingarnele zu finden, zu sagen habe. Jetzt möchte ich gerne die Auffassung meiner interessierten Kollegen hören und speziell die Bemerkungen unserer schwedischen Freunde, die auch Tiefseegarnelen in ihren Fjorden haben und möglicherweise auch dieselben Schwierigkeiten, Klagen über Netzgrösse u.s.w., kennen. In Norwegen müssen wir wahrscheinlich so bald wie möglich vorläufige Verordnungen einführen, aber ich werde mich sehr freuen, wenn wir mit unseren interessierten Nachbarländern gemeinsam darüber beraten und zu gemeinsamen Verordnungen kommen könnten.

24.

Die Nutzanwendung biologischer Erkenntnisse im Wattenmeer zu Gunsten der praktischen Landgewinnung an der deutschen Nordseeküste.

Von

Erich Wohlenberg,

Biolog. Sachbearbeiter für Landgewinnung am Staatl. Marschenbauamt-Forschungs-Abteilung Husum (Nordsee).

Die Biologie gehört zu jenen Wissenschaften, die nicht erst heute ihren sicheren Platz inmitten der Lebensbedürfnisse eines Volkes behaupten, sondern schon lange an der gestaltenden Durchdringung wichtiger Probleme der Nationalwirtschaft beteiligt sind. Das gilt besonders auch von der Fischereibiologie, die schon seit Jahrzehnten ihre Forscher und deren wissenschaftliche Erkenntnisse den praktischen Bedürfnissen zur Verfügung stellt, um dem Gesamtwohle der Nation zu dienen. Die Erfahrung hat gelehrt, dass es nicht damit getan ist, dass der Forscher ein mehr oder weniger kluges Rezept verfasst und dieses ohne die rechte lebendige Verbundenheit mit der nüchternen Wirklichkeit zwecks Erfüllung an die Praxis weitergibt. Der Forscher muss vielmehr in der Praxis darin stehen, mit ihren mannigfachen Erfordernissen vertraut sein, um aus der Blickrichtung auf das gemeinsame Ziel beratende und vorausschauende Hilfe zu leisten.

Die hier zur Erörterung stehende Biologie der Landgewinnung hat ihre Wurzeln im jüngsten Zweig der Meeresforschung, nämlich in der Wattenmeerforschung, beziehungsweise Wattenmeerbiologie. Ich sehe den Zweck meiner jetzt folgenden Ausführungen darin, einen Einblick in die biologische Forschungsarbeit am deutschen Wattenmeer und deren praktische Anwendung für die Ziele der Landgewinnung zu geben. Wenn wir auch in der glücklichen Lage sind — ähnlich wie in der Fischereibiologie — der Erforschung des Gezeitenbereiches der Nordsee nicht allein gegenüberzustehen, sondern auch den Anliegerstaaten grosse Leistungen verdanken, so stehen wir aber doch in der Art und Weise der Nutzanwendung der biologischen Erkenntnisse auf diesem Gebiet fast noch allein. Das liegt mitbegründet in der Dringlichkeit der uns in unserm Lande gestellten Aufgabe. So heisst die übergeordnete Aufgabe an der Westküste der Provinz Schleswig-Holstein wie überhaupt an der ganzen deutschen Nordseeküste Landerhaltung und Landgewinn! Diese beiden Worte umfassen ein Arbeitsprogramm allergrössten Ausmasses. Eine Teilaufgabe aus diesem Gesamtarbeitsplan ist der biologischen Forschung zugefallen. Es ist in diesem kurzen Referat natürlich nicht möglich, die Gesamtheit der biologischen Arbeiten zur Darstellung zu bringen. Ich beschränke mich daher auf die kurze Erörterung zweier Anwendungsgebiete, nämlich aus der Zoologie und aus der Botanik. Das zoologische Thema befasst sich mit der *biologischen Standortsanalyse als Methode zur Bonitierung der Wattflächen*, das botanische mit der *praktischen Indienststellung der heimischen Salzflora zwecks Beschleunigung der Verlandung*.

Die Ablagerung neuer Sedimente erfolgt im Wattenmeer nach zwei Grundprinzipien. Einmal ist die Anschlickung physikalisch, zum andern aber biologisch bedingt. Bisher wurden in der Praxis der Landgewinnung durch den Bau von Dämmen Stillwasserbereiche geschaffen, um in ihnen die vom Wasser mitgeführten Sinkstoffe zur Ablagerung zu bringen. Man trug also in erster Linie den physikalischen Grunderscheinungen bei der Aufhöhung der Watten Rechnung. Das Watt ist jedoch keine Anhäufung von toter Substanz allein, sondern gemäss seiner mineralischen Zusammensetzung, seiner Struktur und seiner Umweltverhältnisse ein Lebensraum für viele verschiedene Lebewesen. Wir müssen uns freimachen von der ebenso einfachen wie bequemen Vorstellung, dass das Watt vor unsern Deichen nichts anderes darstelle, als eine blosse Anhäufung

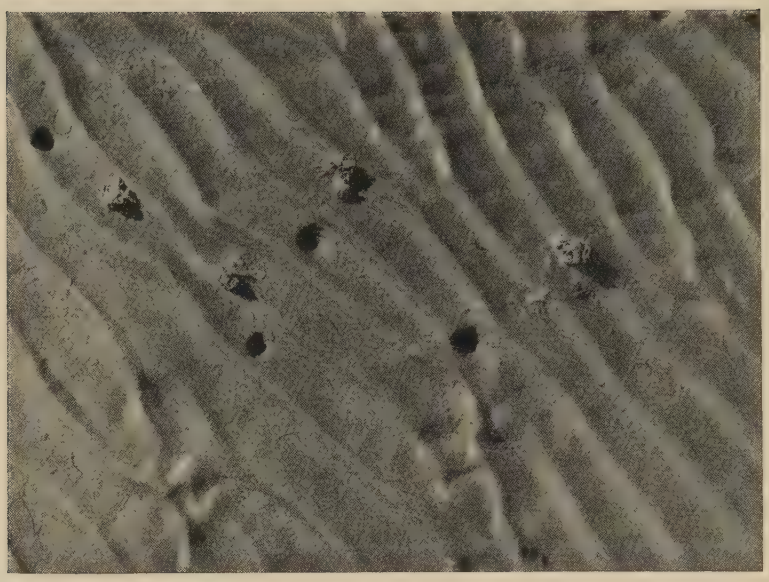


Abb. 1. Nahaufnahme vom *Arenicola*-Watt (Sandwatt). Kothäufchen und Fresstrichter — die Enden der U-förmigen Röhre — sind erkennbar.

von Sandmassen. Gewiss, der Sand — vom groben bis zum feinen — stellt der Menge nach den Hauptanteil. Er liefert gewissermassen den Rohstoff, der jedoch erst dann wertvoll wird, wenn er durch biologische und darauf folgende chemische Vorgänge in bestimmter Weise verändert wird. Ausser den tonigen Beimengungen, die mithelfen, das Wattensediment zum Boden zu veredeln, sind es besonders die Wattorganismen, die durch ihr Vorhandensein und ihren Lebensablauf einen grossen Einfluss auf die Güte des Wattbodens gewinnen.

Bei dem Ausmass der für die Zukunft geplanten Landgewinnungsarbeiten drängt sich naturgemäss die Frage nach der Beschaffenheit der vor der Küste liegenden Wattgründe auf. Wie ist der heutige Zustand, in welchem Masse kann er durch Eingriffe verändert werden? Sind genügend Reservestoffe für die Neulandbildung vorhanden und vor allem, mit welchen Bodeneigenschaften kann später gerechnet werden? Es sei im Rahmen dieses Vortrags kurz darauf hingewiesen, was die Biologie zur Klarstellung dieser Fragen tun kann.

Durch den Umstand, dass die Watten in stetem Rhythmus von Flut und Ebbe wechselnd vom Wasser bedeckt werden und nach gewisser Zeit wieder trockenfallen, bilden sie einen Lebensraum ganz besonderer Prägung. Das Watt beherbergt eine Menge Tiere, deren artliche Verteilung über die äusserlich eintönig erscheinenden Flächen durchaus nicht willkürlich, sondern mehr oder weniger streng gesetzmässig ist. Die ökologischen Untersuchungen im Königshafen von Sylt (Wohlenberg, 1937) berechtigen zu der Aussage, dass Wattflächen von bestimmtem Aufbau von ganz bestimmten, die jeweils vorliegende Wattform kennzeichnenden Organismengruppen besiedelt werden. Mit wenigen Ausnahmen haben alle Organismen, die auf und in dem Watt leben, eine in irgendeiner Form begrenzte Beziehung zu dem von ihnen bewohnten Sediment. Diese Beziehungen sind artgebunden. Sind sie uns bekannt, und ist unsere Erfahrung gross genug, so steht der andere Weg offen, von der Art der Besiedelung auf die Bodeneigenschaften der betreffenden Gebiete zu schliessen. Wir bedienen uns also der Erkenntnis, dass der biologische Bestand den Watt-Typus kennzeichnet. Besiedelungsart und -dichte werden zum unterscheidenden Merkmal der Wattarten erhoben. Natürlich bedarf es einer Auswahl unter der Zahl der im Watt lebenden Tiere. Nur solche Lebewesen werden herangezogen, die hinsichtlich ihrer Lebensbedingungen eindeutig erkennbare und bestimmt gerichtete Ansprüche an die besiedelten Wattablagerungen stellen, und zwar wird weniger die einzelne Art zum Standortkriterium erhoben als die meistens vorhandene Gruppe von Arten. Wie aus den drei folgenden Abbildungen hervorgeht, kann die Betrachtung der ungestörten Wattoberfläche die quantitative Bestandsaufnahme sehr erleichtern. So zeigt uns Abb. 1 die Oberfläche einer ausgesprochen sandigen Wattablagerung. Hier herrscht der Sandpier, *Arenicola marina*, vor. Er ist das Charaktertier der vor der deutschen Küste liegenden Sandwatten.

Es konnte im Königshafen nachgewiesen werden (Wohlenberg, 1937, Seite 15/30, Abb. 2, 5, 6 u. 9), dass *Arenicola* ausserdem ein guter Anzeiger für Struktur- und Durchfeuchtungsverhältnisse sein kann (vergl. auch Thamdrup, 1935).

Nereis diversicolor zeigt für die Zukunft gut zu bewertendes Schlickwatt an. In Sedimenten mit sehr

Abb. 2. Nahaufnahme vom *Nereis*-Watt (Schlickwatt). Die Fresspuren um die Mündungen der Wohnröhren sind erkennbar.

viel organischer Substanz kann *Nereis* noch mit *Arenicola* zusammen vorkommen. In Massensiedlungen aber, wie sie durch Abb. 2 wiedergegeben werden, kann *Arenicola* die Wohnröhre nicht mehr funktionsfähig erhalten. Die Tonkomponente überwiegt hier weitaus.

Der zu den Capitelliden gehörige Wurm *Heteromastus filiformis* besiedelt vornehmlich solche Wattgebiete, die sich durch einen gewissen Tonanteil aber auch durch das Vorhandensein einer beachtlichen Feinsandkomponente auszeichnen. Er tritt im deutschen Wattenmeer in grosser Dichte auf (vergl. Wohlenberg, 1937, Abb. 2 auf Seite 15). Siehe Bild 3.

Diese Beispiele mögen zum Nachweis der Bedeutung der Besiedelung für die Einschätzung der Wattböden genügen. Die übrigen Vertreter der Wattenfauna, die uns gestatten, weitere Übergangsböden zu kennzeichnen, können in diesem Rahmen nicht erörtert werden. Die auf diese indirekte Methode geübte Standortskennzeichnung ermöglicht nicht allein die Abgrenzung der verschiedensten Wattgebiete gegeneinander, sondern vertieft ausserdem die physikalische Bodenanalyse wesentlich und ermöglicht mit einfachen Mitteln, eine schnelle Einschätzung von Wattablagerungen, die bisher nur auf dem Umweg über die mühevolle Korngrössenanalyse ihrer Güte nach einzuschätzen waren. Mit der Korngrösse kennen wir jedoch nur einen einzigen Faktor. Die in dem Sediment lebende Gemeinschaft aber ist der lebendige Ausdruck aller Faktoren, der messbaren sowohl als auch der nicht durch Messung erfassbaren, die aber darum doch von entscheidender Bedeutung sein können. Die Überlegenheit der biologischen Standortsanalyse liegt somit auf der Hand.

Wenn auch diese Methode noch im Ausbau begriffen ist und durch laufende Untersuchungen ständig neue Unterlagen erhält, so kann sie schon jetzt verlässliche praktische Hilfestellung leisten. Im Forschungsprogramm für die Landgewinnung an der Westküste der Provinz Schleswig-Holstein gehört die biologische Bestandsaufnahme bereits zu den natürlichen Hilfsmitteln, den Entwicklungszustand und den Wert der Wattflächen auf ein vergleichbares Mass zu bringen. So konnten vom Frühjahr bis zum Herbst des Jahres 1937 im nordfriesischen Wattenmeer siebzigtausend Hektar Wattflächen kartiert werden.

Hiernach wenden wir uns dem botanischen Thema zu. Es handelt sich um ein weiteres Anwendungsgebiet der Biologie zugunsten der Landgewinnung im Wattenmeer, nämlich um die *praktische Indienststellung der heimischen Salzflora zwecks Beschleunigung der Verlandung.*

Wer das Watt biologisch, das heisst als Lebensraum, betrachtet, der sieht in den weiten grauen Flächen keine Einöde. Auf Schritt und Tritt begegnet ihm hier trotz der äusserlich erscheinenden Gleichförmigkeit das Lebendige mehr oder weniger streng gegliedert. Mit der Blickrichtung auf praktische Arbeitsziele, in diesem Falle auf die Verlandung, sieht der Biologe die Besiedelungsdichte der Organismen, ihre Verteilung und vor allem ihre Leistung für die Neubildung organischer Stoffe. Angesichts neuerer Untersuchungen müssen wir uns mit dem Gedanken vertraut machen, dass der seit langem als eigentliche Verlandungszone bekannte Küstenstreifen (*Salicornietum/Puccinellietum*) zwar das wichtigste und entscheidende Glied aber doch nur das Schlussglied in der vielgliedrigen Kette der Watt- und Vorlandentwicklung darstellt. Lange vorher sind viele andere, nicht zuletzt biologische, Kräfte am Werke, die bereits einen wesentlichen Einfluss auf den Grad und das Wesen der Verlandung

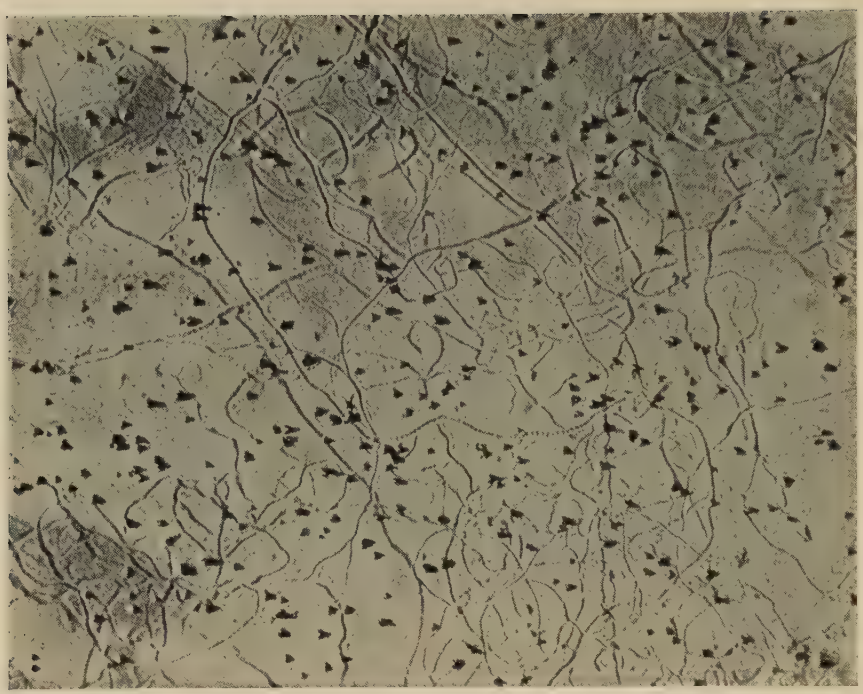


Abb. 3. Nahaufnahme vom *Heteromastus*-Watt (feinsandiges Schlickwatt). Die kleinen Erhebungen sind die Ablagerungsplätze von zahlreichen Kotpillen, die geschlängelten Linien dazwischen sind die Kriechspuren des Schlickamphipoden *Corophium volutator*.

ausüben, ohne dass er bisher restlos klargestellt werden konnte. Das galt bis zur Aufnahme der vorliegenden Untersuchungen zum Teil auch vom *Salicornietum*. Wir wissen zwar seit Jahrhunderten, dass Neulandbildung an der Nordsee ohne die Anwesenheit unserer heimischen Salzflora im Watt und Vorland nicht denkbar ist. Den mannigfachen Einzelvorgängen jedoch ist die im Nordseeraum tätige Wissenschaft noch viel schuldig geblieben. Ein Jahrhundert nach dem andern wurden die Verlandungsvorgänge beschrieben, immer wieder nur nach ihrem äusseren, naturgemäss sich durchweg gleichbleibenden Erscheinungsbild geschildert und kraft der Autorität der jahrhundertealten "Kenntnis" als *geklärt* angesehen. Dieser optimistischen Voreingenommenheit stand die junge Wattenmeerforschung gegenüber, als sie sich die Aufgabe stellte, die natürliche Verlandung durch biologische Hilfsmittel zu beschleunigen. Selbst in Praktikerkreisen fand ihr Plan, die Verlandung durch künstliche Ansaat systematisch zu fördern, keine Aufnahme. Man vertrat den Standpunkt, dass die Natur ganz allein für die vollkommene und restlose Inbesitznahme all jener Standorte im Wattenmeer sorge, die irgendwie die Wachstumsmöglichkeiten für die Salzpflanzen böten. Die Ansicht schien unerschütterlich. Eine sorgfältige, umfassende vegetationskundliche Bestandsaufnahme grosser Küstenbezirke ergab jedoch einen ganz anderen Befund. Grosse, vorderhand unerklärliche Lücken im *Salicornietum* der Küste zwangen zu einer haushaltsmässigen Betrachtung des Vorkommens von *Salicornia*. Im Hinblick auf die praktische Nutzanwendung kamen wir zu einer dynamisch gerichteten Aufteilung von folgender Ordnung:

1) *Salicornia*-Bedarfsgebiete
   (= vegetationslose, aber für die Pflanze an sich geeignete Wattflächen, Standort und weitere Umgebung stets ungesättigt),
2) *Salicornia*-Eigenversorgungsgebiete
   (= örtlich gesättigtes *Salicornia*-Vorkommen, jedoch mit nur geringem, für die Verlandung unbedeutendem Ausbreitungsvermögen),
3) *Salicornia*-Überschussgebiete
   (= natürliches, übersättigtes *Salicornia*-Vorkommen mit starkem Ausbreitungsvermögen).

Die Aufteilung zeigt auch dem Praktiker, wo der Hebel für die Ausbreitung und Steigerung der Verlandungsvegetation in Zukunft anzusetzen ist. Für die ganze Nordseeküste gilt von nun an das *Salicornia*-Überschussgebiet als das erstrebenswerte Ziel, so weit es sich um Gegenden handelt, wo Landgewinnung betrieben wird. Um es zu erreichen müssen neue Wege beschritten werden. Die Aufgabe der künstlichen Ansaat von *Salicornia herbacea* L. wird dreifach unterteilt

(a) Methoden für die Samengewinnung,
(b) Erhaltung der Keimfähigkeit,
(c) überflutungssichere Einbettung in den bisher vegetationslosen Wattboden.

Bezüglich der Einzelheiten zu Punkt (a) bis (c) muss auf die 1938 erschienene Arbeit (Wohlenberg, 1938) verwiesen werden. Hier beschränken wir uns auf die Wiedergabe einiger Abbildungen, die am besten die Technik der Ansaat und das Ergebnis erkennen lassen. Besondere Aufmerksamkeit war

Abb. 4. Nach Eintreten der Ebbe werden die nackten Wattflächen mit Hilfe des Drillschlittens mit *Salicornia* besät.

naturgemäss den Hilfsgeräten zuzuwenden. Wir erkennen auf Abb. 4 den *Salicornia*-Drillschlitten in Tätigkeit. Naturgemäss durften wir nicht wie ein Säer dem Meere entgegengehen und den gewonnenen Samen in weitem Bogen über die Watten streuen. Die nächste Flut hätte ihn an den Strand vertriftet und dort als wertlosen Spülsaum wieder abgelagert. Mit dem Watt-Drillschlitten wurde ein Gerät konstruiert, das auf dem schwierigen und wechselnden Standort *Watt* bei jedem Wetter zu gebrauchen, vom einfachen Mann zu bedienen war und über eine beachtliche Arbeitsleistung verfügte. Die Besonderheiten der Watten erforderten zusammen mit der wechselnden Wetterlage im zeitigen Frühjahr, ein einfaches, ausgesprochen unkompliziertes, für unser Zeitalter fast primitiv anmutendes Gerät.

Für tonige Schlickwatten wird die Drillkufe eingespannt, für sandige Watten dagegen die Drillschar. Beim Drillen wird der Schlitten von einem Mann über die zu besäenden Wattflächen gezogen, sobald das Gelände nach dem Eintreten der Ebbe freigeworden ist. Ein zweiter Mann geht nebenher und lässt den Samen nach und nach vom schützenden Trichter durch das Saatrohr in das unten soeben geschaffene Saatbett fallen. Gleich nach dem Einfallen streicht eine am Schlitten befestigte Schleiffeder die mit dem *Salicornia*-Samen beimpfte Drillfurche wieder zu, sodass er bei der nächsten Über-

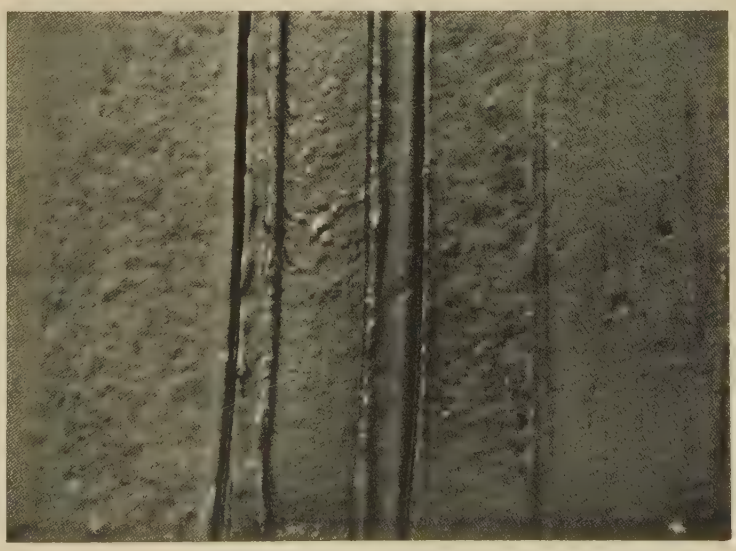


Abb. 5. Nahaufnahme von der Drillspur. Nach dem Einfallen der Samen hat die am Drillschlitten befindliche Schleiffeder das Saatbett wieder geschlossen.

Abb. 6. Mit *Salicornia* angesäte Watten des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres.

flutung geborgen im Wattboden liegt und keimen kann.

Aus Abb. 6 entnehmen wir, dass die Wattflächen ausschliesslich im engen Bereich der Drillfurchen von *Salicornia* besiedelt wurden. Wäre die Ansaat nicht erfolgt, so wäre eine natürliche Begrünung nicht eingetreten. Die Ursachen für das Ausbleiben der natürlichen Besiedelung liegen weder im Standort noch in der Pflanze, sondern lediglich in dem äusseren Faktor Strömung. Ungünstige Strömungsverhältnisse haben keinen *Salicornia*-Samen in die Bedarfsgebiete gelangen lassen. Hier also kann in Zukunft die künstliche Ansaat den Faktor Strömung überwinden helfen. Durch einfache Mittel kann in einer Vegetationszeit aus dem Bedarfsgebiet ein gesundes Eigenversorgungsgebiet und bei günstiger Weiterentwicklung schon im zweiten Jahre ein ergiebiges Überschussgebiet werden. Sind die Überwinterungsbedingungen günstig, sodass die von den auf Abb. 6 erkennbaren Reihen erzeugten Samen sicher in den Boden gelangen, so ist eine zweite Ansaat nicht mehr erforderlich. Die Eigenvermehrung ist für die vollständige Begrünung im folgenden Jahre durchaus ausreichend.

Wer die Nordsee und das Wattenmeer kennt, wird zugeben müssen, dass solchen biologischen Kultivierungsmassnahmen auf den freien Watten vor der Küste ungleich grössere Schwierigkeiten entgegenstehen als etwa dem Festlandsbauern, wenn er im Schutze der sicheren Deiche seinen Acker bestellt. Das Watt ist Meeresboden und kein Acker, den wir beliebig lange unter den Augen und den wir mit vielen, durch die Jahrhunderte erprobten Methoden sicher in der Hand haben. Täglich zweimal drängen Flut und Ebbe — kommend und gehend — die gewaltigen Wassermassen über die Watten; das heisst, täglich zweimal legt das Meer seine stärkere Hand über unsere Arbeit. Der grösseren Sicherheit halber lehnt sich das geschilderte Verfahren der künstlichen Ansaat vorwiegend an die technischen Bauten an, die im Wattenmeer zur Beruhigung des Wassers und schnelleren Ablagerung der Sinkstoffe angelegt werden. So verbünden sich Wissenschaft und Praxis, um die grosse und dringende Aufgabe der Neulandgewinnung so schnell und so gut wie nur irgend möglich zu erfüllen.

Schriftenverzeichnis.

Lorenzen, J. M. "Planung und Forschung im Gebiet der Schleswig-Holsteinischen Westküste". Westküste, Arch. f. Forschung, Technik u. Verwaltung in Marsch und Wattenmeer, Jahrgg. I, H. 1, 1938.

Thamdrup, H. M. "Beiträge zur Ökologie der Wattenfauna auf experimenteller Grundlage". Medd. fra Komm. f. Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser: Fiskeri, X. 2, 1935.

Wohlenberg, Erich. "Über die tatsächliche Leistung von *Salicornia herbacea* L. im Haushalt der Watten". Wiss. Meeresunters., Abt. Helgoland, Bd. XIX, 3, 1933.

— "Biologische Landgewinnungsarbeiten im Wattenmeer". Der Biologe, 1934.

— "Biologische Forschung und Praxis an der Westküste". Jahrbuch Heimatbund Nordfriesland, Bd. 23, 1936.

— "Die Wattenmeer-Lebensgemeinschaften im Königshafen von Sylt". Helgoländer wiss. Meeresunters., Bd. I, H. 1, 1937.

— "Biologische Kulturmassnahmen mit dem Queller (*Salicornia herbacea* L.) zur Landgewinnung im Wattenmeer". Westküste, Arch. f. Forschung, Technik u. Verwaltung in Marsch und Wattenmeer, Jahrgg. I, H. 2, 1938.

25.

The present and future Stages of Salmon Research in Scotland.

By

W. J. M. Menzies.

Salmon research in Scotland, up to the present, has been divided into four distinct sections which, in chronological order, have been:—

1. Kelt marking.
2. Smolt marking.
3. Fish measurements and scale examination.
4. Marking clean fish in the sea.

1. Kelt marking has shown:—
   (a) the return of fish to the original river,
   (b) the points at which the returning clean fish strike the coast,
   (c) the validity of scale reading.
2. Smolt marking demonstrated:—
   (a) the return of the fish to the native river,
   (b) the validity of scale reading.
3. Fish measurements and scale examination has given:—
   (a) a very complete knowledge of the age-composition of the salmon in Scotland,
   (b) a knowledge of the approximate lengths at each year of life
   (c) a means of comparing the growth
      i. made in one year with that of another,
      ii. of salmon from one river with those of another,
   (d) a method of assistance in demonstrating the existence of separate stocks forming biological units in individual rivers.
4. Marking clean fish in the sea has shown the movements of the fish along the coast after the feeding period has been completed.

The general result is that we have a broad survey of the adult stages and have many of the outlines of the picture, but most of the details are lacking and there are some serious blanks.

The most complete section is that of fish measurement and scale examination. We now know the details of the age and life history of the fish in most of the important, and some of the secondary, rivers, and only a certain number of districts still require to be examined before this part of the picture may be considered to be reasonably adequately dealt with.

The other three sections may be grouped together under the general heading of migrations. We have some general results, but these are by no means adequate. Kelt marking has been carried out in many districts, but the numbers of fish dealt with have never been large, and the recaptures have been correspondingly limited.

Successful smolt marking was confined to one district, the Tay, but recaptures were limited to that river, and no indication of the line of return of the fish from the sea was obtained.

Marking in the sea has shown the distribution of fish from a number of points on the coast. It has demonstrated two different kinds of movements in those which take place (a) when the fish is relatively close to the mouth of its own river and (b) while it is still far removed therefrom. The coast, roughly from Skye by the Pentland Firth to the Moray Firth has been investigated, but the area south of Skye, and the east coast from the Moray Firth southwards still require investigation.

Excluding the Tay smolt marking experiment, the result of all this work is that, from various rivers, we have a scattering of a relatively small number of kelts, and to various rivers a migration of fish from a number of different points on the coast. In no case, however, have we been able to link the recaptures up successfully, so that we can trace, as it were, a procession of fish to one river. What we require, therefore,

to ascertain the route of return of fish to any one river is to mark the descending smolts, so that the places of recapture on the coast may be noted when they are returning as adult fish. To link up with this, and to ascertain the differences in behaviour, if any, which exist between the adults and the smolts, kelts in large numbers should also be marked, though the practical difficulties, in this case, are much more serious.

The optimum ending to the migration research would be to trace the fish right to the sea feeding grounds. With patience and some expenditure of money this might be practicable, but success might lead to such commercial exploitation as to be highly inimical to the fishery generally. Piecing together the Scottish and Norwegian results, it does appear to be possible that the feeding grounds may lie far to the North West of the British Isles, and it does seem to me that, in the light of our present knowledge, a station on the South West coast of Iceland might be well justified.

At present, an almost complete blank exists in our knowledge of the freshwater stage of the life of the salmon. It is the fish which, of all others, is brought most easily under observation, yet we know nothing of the causes which bring about good or bad years, or whether these causes lie in river or sea. Allen has made some preliminary observations in Great Britain, and Alm has done some work in Sweden, but what is required is a complete investigation of the early life of the fish, starting at the egg stage, and ending when the smolts leave the river for the sea. The field is wide open, and the only difficulty is to know where to start, and how much to attempt to cover. It is essential, however, that we learn the basic facts, such as the percentage of ova fertilised under natural conditions, the proportion hatched, the fate of the alevins and fry, the movements of fry, parr and smolts, the migrations and their inciting factors, at all stages, and the food and losses on the way.

The practical fisherman will say this is all very well, but it does not get us anywhere in particular. What he desires to know is the relative efficiency of artificial hatching. But, before this can be estimated, natural data must be obtained and, thereafter, in a certain selected area, where the production under natural conditions is known, the native spawning salmon must be excluded, and a corresponding number of fry from a hatchery must be placed, so that the ultimate production of parr and smolts from the hatchery fry may be enumerated, and the two sets of figures compared.

A further point of practical importance, and considerable scientific interest, lies in the causes which lead some salmon to return in the spring and some in the summer, some after only one year, and others after two or three or even more years in the sea. The solution of this would seem to lie in the rearing and marking of smolts from parents of known type, and then recording the date of return.

In addition to the directly related laboratory work in the examination of food, animal and water samples, and algae and larger vegetation, other investigations can only be carried out under laboratory conditions. We know that, under natural conditions, smolts are older in the north than in the south, but we do not know what causes the change to the smolt stage, how that renders a fish previously intolerant to salt water tolerant to marine conditions, or what part, if any, temperature plays in retarding or accelerating the process, or what effect other factors, e.g., pH-value of the water, light and so on, may have. These are all problems that can only be carried out in a laboratory, as also is the effect of environment on growth and on scale growth and scale zone formation, and a comparison of the growth of young salmon and trout when subject to the same conditions; if it be possible, an investigation of the individual factors affecting migration would also be of interest and value, and an examination of, for instance, the number of vertebrae in fry from parents of different ages might be informative.

To sum up, the position, as I see it, is that we know a great deal about the age-composition of the stock, and something about the movements of the salmon along our coasts. We want to fill in the small blanks in the former, and the very considerable blanks in the latter. We also want to learn all about the young stages in the life of the fish, and especially about the times and causes of mortality, together with the relative efficiency of natural and artificial incubation of ova, and the reasons which induce salmon to return to fresh water after spending periods varying greatly in length in the sea. Finally, laboratory experiments are necessary to ascertain the factors affecting growth and, if possible, migrations, and the change from the parr to the smolt stage.

26.

Artificial Rearing of Fry of Sea Water Fish.

Preliminary Communication.

By

Gunnar Rollefsen.

In Copenhagen last year it was communicated that plaice larvae had been successfully reared by feeding with nauplia of *Artemia*.

In spring 1939 large scale experiments were commenced to investigate the utility of the method to fishery-biological research work, and for rearing of the artificially hatched plaice fry up to the bottom stage for liberation.

Temporarily it may be said that both aims have been successfully attained.

Technically there is no serious difficulty with the rearing of flounder larvae, whether done in large or small vats, such as Petri-dishes, and experiments have shown that 50 to 100 thousand larvae may easily be reared in a 200-litre tank.

The rearing percentage is very satisfactory — as high as 50 % to 75 % with a very low mortality after 8 to 10 days.

The feeding problem seems all-important while temperature, salinity and pH are minor factors within fairly wide limits before influencing the experiment.

The metamorphosis occurs very unevenly — some larvae take to the bottom after about 4 weeks already — others remain pelagic up to 6 or 8 weeks even, at a temperature of some 10°.

Among current experiments may be mentioned hatching at various temperatures for determination of possible relations like vertebrae/temperature and temperature during rearing.

Hybrids have been successfully hatched from eggs of female *Pl. platessa* and male *Pl. pseudoflesus*.

Cod-fry also feed on nauplia of *Artemia*, but these fry are as yet too young and nothing can at present be said as to the success of these experiments.

Fry is fed twice daily as in agreement with the rate of digestion.

The hatching of *Artemia* eggs is carried out at 20°—30° by aeration and stirring.

Some 25 to 50 g. of *Artemia* eggs are required per day for half a million fry. About 6 kg. of *Artemia* eggs collected in Roumania, Italy and Spain have been at disposal for these experiments.

Bibliographie.

(Appendice No. 13, page 78.)

1. Jean le Gall. Statistiques biologiques et considérations sur la population harenguière de la Manche Orientale. (Rapp. et Proc.-Verb., Vol. LXV, Copenhague, 1930).
2. — do. (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome III, Fasc. 2, No. 10, 1930).
3. — Statistique biologiques et considérations sur la population harenguière de la Manche Orientale et du Sud de la Mer du Nord. (Matériel prélevé en 1930). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome IV, Fasc. 3, No. 15, 1931).
4. — do. (Matériel prélevé en 1931). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome V, Fasc. 3, No. 19, 1932).
5. — do. (Matériel prélevé en 1932). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome VI, Fasc. 2, No. 22, 1933).
6. — do. (Matériel prélevé en 1933). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome VII, Fasc. 3, No. 27, 1934).
7. Jean le Gall. Statistique Biologiques et Considérations sur les populations de Harengs de la Manche Orientale et du Sud de la Mer du Nord. (Matériel prélevé en 1934). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome VIII, Fasc. 1, No. 29, 1935).
8. — do. (Matériel prélevé en 1935). Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome IX, Fasc. 1, No. 33, 1936).
9. — do. (Matériel prélevé en 1936). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome X, Fasc. 1, No. 37, 1937).
10. — do. (Matériel prélevé en 1937). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome XI, Fasc. 2, No. 42, 1938).
11. — do. (Matériel prélevé en 1938). (Rev. Trav. Office des Pêches Marit. Paris. Tome XII, [sous presse], 1939).